Aus der Röntgenabteilung
(Leiter: Prof. Dr. med. R.-M. Jungblut)
der Medizinischen Klinik A
(Leiter: Prof. Dr. med. W. Schneider)
der Medizinischen Einrichtungen der
Universität Düsseldorf

Die Wertigkeit der Computertomographie bei Mediastinal- und Hilustumoren

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Thomas Becker

1984

Yale
LIBRARY
1881

Aus der Röntgenabteilung
(Leiter: Prof. Dr. med. R.-M. Jungblut)
der Medizinischen Klinik A
(Leiter: Prof. Dr. med. W. Schneider)
der Medizinischen Einrichtungen der
Universität Düsseldorf

Die Wertigkeit der Computertomographie bei Mediastinal- und Hilustumoren

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Thomas Becker

1984

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543905_0055

Als Inauguraldissertation gedruckt mit der Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

gez.:
Dekan: Professor Hopf
Referent: Professor Jungblut
Koreferent: Professor Günther

INHALTSVERZEICHNIS

A	EINLEITUNG	1
B	GRUNDLAGEN	3
	1. Anatomische Grundlagen	3
	2. Häufigkeitsverteilung der primären Mediastinaltumoren	6
C	PATIENTENGUT UND METHODE	7
D	ERGEBNISSE	
	1. Primäre Mediastinaltumoren	16
	1.1. Maligne Lymphome	17
	1.2. Herztumoren	21
	1.3. Thymustumoren	23
	1.4. Ösophaguskarzinome	25
	1.5. Lipoide Raumforderungen	26
	1.6. Neurogene Tumoren	27
	1.7. Sonstige primäre Mediastinaltumoren	28
	2. Mediastinal- und Hilusmetastasen	30
	3. Hilustumoren	33
	3.1. Das zentrale Bronchialkarzinom	33
	3.2. Bronchogene Zysten	37
	4. Mediastinal- und Hilustumoren unklarer Genese	39
E	DISKUSSION	41
F	SCHLUßFOLGERUNG	96
G	ZUSAMMENFASSUNG	100
H	LITERATURANGABEN	101

A Einleitung

Die Erkrankungen des Mediastinums und der Lungenhili stellen den Kliniker vor differentialdiagnostische Probleme, die nicht nur das Interesse der Radiologen erwecken, sondern auch viele andere Fachdisziplinen beschäftigen. Tumoren des Mediastinums sind oft Zufallsbefunde. Sie liegen zwar meist in einem den konventionellen Röntgenmethoden zugänglichen Raum, jedoch verursachen sie in vielen Fällen keine oder nur geringe Symptome.

Die konventionelle Thoraxaufnahme stellt auch heute noch die primäre und fundamentale Röntgenuntersuchung des Brustkorbes und der darin enthaltenen Organe dar. Doch ist ihre Aussagekraft im Bereich des Mediastinums eingeschränkt, da sie eine Veränderung der Mediastinalkonfiguration oder das Bestehen einer Absorptionsänderung voraussetzt. Zu den nichtinvasiven Untersuchungsmethoden gehört die konventionelle Tomographie. Sie erlaubt eine gute Analyse intrapulmonaler Strukturen und der Hili. Das Mediastinum erscheint mehr als homogene Verschattung. Invasive Methoden wie Mediastinoskopie, Pneumomediastinum oder Arteriographie sind mit Fehlern behaftet und zudem mit einem Risiko für den Patienten verbunden.

Mit der Einführung der Computertomographie (CT) hat die radiologische Diagnostik eine wesentliche Erweiterung erfahren. Durch das größere Dichteauflösungsvermögen und die überlagerungsfreie Darstellung der Mediastinalstrukturen ergeben sich für viele pathologische Veränderungen des Mediastinums aussagekräftige diagnostische Möglichkeiten, die konventionell radio-

logisch im allgemeinen nicht zu erreichen sind.

Jährlich sterben in der Bundesrepublik ungefähr 20.000 Menschen an einem Bronchialkarzinom. Nur wenige dieser Patienten befinden sich zum Zeitpunkt der Diagnosestellung in einem operablen Zustand. Für die Wahl der in jedem individuellen Fall bestmöglichen Therapieform (Operation, Bestrahlung, Chemotherapie) ist eine genaue Bestimmung des Tumorstadiums unerläßlich. Die Computertomographie ist dabei sehr hilfreich. Der Einsatz des Gerätes ist auch bei schwerkranken Patienten möglich.

Ziel dieser Studie ist es, Aussagen über die Wertigkeit der CT bei Mediastinal- und Hilustumoren im Vergleich mit den herkömmlichen Untersuchungsmethoden (Thoraxübersichtsaufnahme, Tomographie, Mediastinoskopie, Bronchoskopie, etc.) zu machen und zu untersuchen, welcher Rang der CT bei der Diagnosestellung der verschiedenen pathologischen Prozesse in Mediastinum und Lungenhili zukommt.
(27, 29, 30, 52, 80, 82)

B Grundlagen

1. Anatomische Grundlagen

Die schwer zugängliche Lage des Mediastinums mit einer Reihe lebenswichtiger Organe, die in einem engen und komplizierten Zusammenhang miteinander stehen, macht deutlich, daß die genaue Kenntnis der topographischen Verhältnisse in diesem Raum Voraussetzung für die exakte Beurteilung des CT und für das Gelingen eines operativen Eingriffs ist.

Das Mediastinum ist der zwischen den beiden Pleurablättern gelegene Raum, der beiderseits lateral von der Pleura mediastinalis, nach vorn vom Sternum und den Rippenknorpeln und nach hinten von der Brustwirbelsäule begrenzt wird. Kaudal schließt das Zwerchfell diesen Raum ab, kranial geht er durch die obere Thoraxapertur kontinuierlich in die Weichteile des Halses über. Es hat sich in der Computertomographie aus Gründen der Tumortopik als vorteilhaft erwiesen, das Mittelfell in ein vorderes, mittleres und hinteres Mediastinum zu unterteilen.

Das vordere Mediastinum wird ventral begrenzt vom Sternum, dorsal von der Trachea und vom vorderen Perikard. Es enthält den Aortenbogen, die brachiozephalen Gefäßstämme, die Trachea, den Thymus oder seine Reste, Lymphknoten und die dazugehörigen Lymphgefäße.

Das mittlere Mediastinum beinhaltet Herz, Perikard, Aorta ascendens, Vena cava superior, Vena azygos, die Lungenhili, die Pulmonalgefäße, den Nervus phrenicus und die paratrachealen und hilären Lymphknotenstationen.

Das hintere Mediastinum wird ventral begrenzt von der Rückwand der Trachea und dem hinteren Perikard, hinten von der Brustwirbelsäule. Es enthält den thorakalen Ösophagus, die Aorta thoracalis descendens, Vena azygos, Vena hemiazygos, Nervus vagus, Ductus thoracicus, die Pars thoracalis der Trunci sympathici und die hinteren mediastinalen Lymphknoten.

Die Querschnittbilder des CT erfordern eine Umgewöhnung in der anatomischen Orientierung, die bei Kenntnis der Topographie des Mediastinums das Auffinden der dort liegenden Organe, ihre Zuordnung und Abgrenzung zu pathologisch veränderten Strukturen erleichtern.

Vor allem der Nachweis vergrößerter, im Rahmen eines malignen Prozesses metastatisch befallener Lymphknoten ist von großer Bedeutung für die Prognose eines Tumorleidens. Da der CT insbesondere die Aufgabe gestellt wird, nach diesen vergrößerten Lymphknoten im Rahmen eines Tumorstagings zu fahnden, ist die genaue Kenntnis des intrathorakalen Lymphsystems und seine Beziehungen zu den Mediastinalorganen wichtig. Dabei ist zu beachten, daß die CT aufgrund ihres Auflösungsvermögens unter optimalen Bedingungen, d.h. bei ausreichend interponiertem Fettgewebe, Lymphknoten ab einer Größe von 5mm erkennen läßt und somit normalgroße, in der Regel 3 bis 6mm messende Lymphknoten nicht zur Darstellung kommen.

Auf eine eingehende Beschreibung der Anatomie des thorakalen Lymphsystems wird verzichtet. Erinnert sei nur daran, daß man im Mediastinum zwischen pa-

rietalen und viszeralen Lymphknoten unterscheidet. Zur parietalen Gruppe zählen die Lymphonoduli parasternales und diaphragmatici, zur viszeralen Gruppe zählt man die Lymphonoduli mediastinales anteriores, bronchopulmonales, tracheobronchiales und mediastinales posteriores.

(1, 24, 37, 45, 81)

2. Häufigkeitsverteilung der primären Mediastinaltumoren

Im Mediastinum sind durch die komplizierte Entwicklungsgeschichte der in diesem Raum gelegenen Strukturen und durch das Auftreten von angeborenen Fehlbildungen eine Vielzahl verschiedener Neoplasien anzutreffen. Mit welchen primären Mediastinaltumoren man rechnen muß und wie deren Häufigkeitsverteilung ist, geht aus Tabelle 1 hervor, deren Werte aus den Angaben verschiedener Autoren zusammengestellt wurden. Es ist dabei zu beachten, daß die Häufigkeit der Tumoren nach Alter der Patienten verschieden sein kann. So überwiegen bei Kindern die neurogenen Tumoren, während es bei den Erwachsenen vorwiegend zystische Veränderungen sind. (14, 33, 56, 65, 66, 82)

Tumorart	Anteil in %
Zysten	8-18%
Thymome	10-18%
Neurogene Tumoren	13-23%
Karzinome	10%
Teratome	10-18%
Lymphome	10-24%
Lipome	3-5%
sonstige Tumoren	10%

Tab.1 Häufigkeitsverteilung der primären Mediastinaltumoren; zusammengestellt nach den Angaben verschiedener Autoren (EDER,GEDIGK; JUNGBLUT, PASCHKE; OPPERMANN,WILLICH; ROTTER; SABISTON; WILMS)

C Patientengut und Methode

Zwischen September 1979 und Dezember 1981 wurden in der Röntgenabteilung der Medizinischen Klinik A der Universitätskliniken Düsseldorf 4946 Patienten computertomographisch untersucht. Es wurden in dem genannten Zeitraum 739 Thorax-Computertomogramme angefertigt. Hierbei fanden sich 172 Patienten mit einem Mediastinal- und/oder Hilustumor. Es handelte sich um 100 männliche und 72 weibliche Personen mit einem Durchschnittsalter von 51,4 Jahren. Der jüngste Patient war 2 Monate, der älteste 82 Jahre alt.

Die Beschwerden der Patienten, die zur computertomographischen Untersuchung kamen, waren vielseitig und von der Art und der Lokalisation der Tumoren abhängig. Die enge Nachbarschaft zu Gefäßen, Nerven, Bronchien, Trachea, Herz und Ösophagus konnte schon bei relativ kleinen Raumforderungen zu einer Reihe schwerwiegender klinischer Symptome wie oberer Einflußstauung, Herzrhythmusstörungen, Heiserkeit als Folge einer Recurrensparese, Hornersyndrom, Stridor und Dyspnoe führen. Andererseits blieben Tumoren des hinteren Mediastinums auch bei großer Ausdehnung symptomlos.

Alle Untersuchungen erfolgten am Somatom 2 der Firma Siemens in Rückenlage des Patienten und bei inspiratorischem Atemstillstand. Die Scanzeit pro Schicht betrug 5 Sekunden bei einer Schichtdicke von 8 mm und kontinuierlicher Schichtung. Zur besseren Erkennbarkeit anatomischer Details, zur Abgrenzung vaskulärer von soliden Strukturen und zur Differenzierung des

Durchblutungsgrades gewebsdichter Bezirke schloß sich bei 101 (58%) Patienten eine zweite Serie nach intravenöser Injektion von nierengängigem Kontrastmittel (1,5 ml/kg Körpergewicht) an. Bei einem Teil der Patienten erfolgte zusätzlich die Gabe eines oralen Kontrastmittels zur besseren Darstellung und Kontrastierung des Ösophagus.
Bei der Analyse der raumfordernden Prozesse interessierte ihre Lage, Abgrenzbarkeit gegen Nachbarorgane sowie deren Verdrängung. Im Rahmen der Untersuchung wurde eine Lymphknotenvergrößerung bei maligner Grunderkrankung dann als metastasenverdächtig angenommen, wenn sich computertomographisch noduläre Gewebsverdichtungen von über 11 mm Durchmesser im vorderen Mediastinum und solche von über 15 mm Durchmesser hinter der Aorta ascendens in typischer Lokalisation nachweisen ließen. (68)

Die CT-Befunde wurden mit den entsprechenden Thoraxübersichtsaufnahmen und, falls durchgeführt, mit den konventionellen Tomogrammen, den Mediastinoskopie-, Bronchoskopie-, Operations- und Obduktionsbefunden verglichen (s. Tab.2). Bei 114 (72%) der untersuchten Patienten konnte eine histologische Sicherung der Diagnose erbracht werden. In den übrigen Fällen mußte die klinische Abschlußdiagnose für die Diagnosesicherung zugrunde gelegt werden, was zum Beispiel dazu führte, daß computertomographisch nachgewiesene vergrößerte Lymphknoten bei bekanntem malignem Grundleiden der Patienten als metastatisch befallen angesehen wurden, auch wenn der endgültige

histologische Beweis für den betreffenden Mediastinal- oder Hiluslymphknoten nicht erbracht werden konnte.

Untersuchungsmethode	Anzahl
konv. Tomogramme	38
Mediastinoskopien	23
Bronchoskopien	32
Endoskopien	21
Operationen	66
(55 Thorakotomien)	
(11 Laparatomien)	
Obduktionen	16
Histologie/Zytologie der Operations-, Obduktions- und Punktionsmaterialien	114
Thoraxübersichtsaufnahmen	172

Tab.2 Art und Anzahl der zum Vergleich mit der CT herangezogenen Untersuchungsmethoden, die bei der Gesamtzahl der 172 Patienten des Untersuchungsgutes zur Sicherung der Diagnosen verwendet wurden

D Ergebnisse

Bei den 172 Patienten, die computertomographisch einen Mediastinal- oder Hilustumor aufwiesen, fand sich folgende Verteilung:

Mediastinaltumoren (n=127)	
1. primäre Mediastinaltumoren	89
2. Metastasen	38
Hilustumoren (n=38)	
1. zentrales Bronchialkarzinom	36
2. bronchogene Zysten	2
Mediastinal- und Hilustumoren unklarer Genese (n=7)	7
	172

Tab.3 Art und Häufigkeit der computertomographisch nachgewiesenen Mediastinal- und Hilustumoren bei 172 Patienten

In diesen Angaben ist nicht berücksichtigt, daß einige Tumorarten wie zum Beispiel das zentrale Bronchialkarzinom gleichzeitig sowohl die Lungenhili als auch das Mediastinum, sei es durch kontinuierliches Vorwachsen von den Lungenhili in die angrenzenden Strukturen des Mediastinums oder als Ausdruck einer lymphogenen Metastasierung in die mediastinalen Lymphknoten, befallen kann. Ähnliches gilt auch für den M. Hodgkin, der sich gleichzeitig sowohl in hilären wie mediastinalen Lymphknoten zu manifestieren vermag. Die Anzahl der nachgewiesenen Raumfor-

derungen liegt mit 253 demnach wesentlich höher als die Anzahl der Patienten (205 Mediastinal-, 48 Hilustumoren).

In 118 Fällen (75%) konnten die Tumoren histologisch, endoskopisch, operativ oder nach Sektion bestätigt werden. Der relativ hohe Prozentsatz der histologisch nicht bestätigten Mediastinal- und Hilustumoren kommt dadurch zustande, daß aufgrund des eindeutigen CT-Befundes (z.B. bei den Lipomen und einem Teil der Perikardzysten) oder bei Inoperabilität, schlechtem Allgemeinzustand des Patienten , bei bekanntem malignem Grundleiden (42 Fälle) oder bei Weigerung des Patienten auf eine weitere invasive Diagnostik verzichtet wurde. In 66 Fällen wurden die Patienten einer Operation unterzogen, wobei 55 mal eine Thorakotomie durchgeführt wurde und somit der computertomographische Befund überprüft werden konnte (s. Tab.2). Dabei entsprach in 52 der 55 Fälle (94,5%) der CT-Befund exakt dem der später durchgeführten Operation. In 16 Fällen erfolgte nach dem Tode der Patienten eine Obduktion. Beim Vergleich der Sektions- mit den CT-Befunden ergaben sich in 15 Fällen exakte Übereinstimmungen. In einem Fall wies die Obduktion einen ausgedehnteren Tumorbefall des Mediastinums als zuvor computertomographisch vermutet nach (M.C. 613/81/81).

Röntgen- und CT-Befunde wurden dann als richtig deklariert,

1., wenn sie sich mit denen der Operation und/oder Sektion deckten,

2., wenn der Tumor endoskopisch, mediastinoskopisch

oder bronchoskopisch nachgewiesen wurde,

3., wenn im Rahmen der unter 1 und 2 genannten Verfahren eine histologische Sicherung erfolgte,

4., wenn bei bekanntem und zuvor histologisch gesichertem malignem Grundleiden Lymphknotenvergrößerungen in typischer Lokalisation gefunden wurden,

5., wenn wie z.B. bei den Lipomen oder Perikardzysten der CT-Befund so eindeutig war, daß keine weitere invasive Diagnostik oder Therapie notwendig war.

Als falsch bewertet wurden Befunde, die nicht mit den unter 1 und 2 genannten Methoden korrelierten und wenn sich computertomographisch vergrößerte und metastatisch befallene Lymphknoten bei der histologischen Aufarbeitung als nicht infiltriert sondern als nur unspezifisch oder entzündlich verändert erwiesen.

In 98,7% (384 Befunde) kam die CT zu richtigen, in 1,3% (5 Befunde) zu falschen Beurteilungen. Bei der konventionellen Radiologie betrug das Verhältnis richtige:falsche Befunde 80% (311 Befunde) : 20% (78 Befunde). Zu diesen Zahlen gelangt man durch Addition der richtig positiven und richtig negativen CT-Befunde bzw. Röntgenbefunde von Mediastinum und Hilus in den Tabellen 4, 5 und 6. Entsprechend ist bei den falschen Beurteilungen durch CT und konventionelle zu verfahren.

		Methode CT	konv. Radiol.
richtig	positiv	249	176
	negativ	135	135
		384 (98,7%)	311 (80%)
falsch	positiv	1	0
	negativ	4	78
		5 (1,3%)	78 (20%)
total		389	389

Tab.4 Gegenüberstellung des Tumornachweises durch CT und konventionelle Radiologie bei 389 Befunden

Wie aus Tabelle 5 ersichtlich wird, gab es Unterschiede zwischen den computertomographischen und den konventionellen radiologischen Befunden der im Mediastinum gelegenen Raumforderungen. Während die CT nahezu fehlerfrei in 98,2% zu richtigen Befunden kam, blieb die konventionelle Radiologie in 35,9% falsch negativ.

		Methode CT	konv. Radiol.
richtig	positiv	202	128
	negativ	11	11
		213 (98,2%)	139 (64,1%)
falsch	positiv	1	0
	negativ	3	78
		4 (1,8%)	78 (35,9%)
total		217	217

Tab.5 Gegenüberstellung des Nachweises von Mediastinaltumoren durch CT und konventionelle Radiologie bei 217 Befunden

Ein ganz anderes Bild bietet sich bei der Betrachtung der Hilustumoren (s.Tab.6). Beim Nachweis dieser Raumforderungen erwiesen sich beide Untersuchungsmethoden als annähernd gleich empfindlich.

		Methode CT	konv. Radiol.
richtig	positiv	47	48
	negativ	124	124
		171 (99,4%)	172 (100%)
falsch	positiv	0	0
	negativ	1	0
		1 (0,6%)	0 (0%)
total		172	172

Tab.6 Gegenüberstellung des Nachweises von Hilustumoren durch CT und konv. Radiol. bei 172 Befunden

In 11 von 22 Fällen war die konventionelle Tomographie was die Exaktheit der Beschreibung der topographisch-anatomischen Verhältnisse betrifft bei der Beurteilung der Lungenhili der Computertomographie überlegen. Dabei wurden Untersuchungskriterien wie Zahl und Größe der in diesem Bereich liegenden Lymphknoten, ihre Abgrenzbarkeit gegenüber Gefäßen und Darstellung eventuell vorhandener Bronchuseinengungen angewandt.

Insgesamt lieferte die CT verglichen mit der konventionellen Radiologie bei 73,8% der Patienten (127 Fälle) Zusatzinformationen hinsichtlich der besseren Darstellung des Tumors, seiner Größe, Lokalisation, räumlichen Beziehung zu den Nachbarstrukturen und seiner Abgrenzung gegenüber Gefäßen. So führte sie bei einem Patienten mit einer bronchogenen Zyste zu einer Korrektur der klinischen Diagnose(W.L.57/80/80).

Die Computertomographie ersparte zwölfmal eine Thorakotomie, zum einen, weil sie bei zwei Patienten mit Ösophaguskarzinom die Inoperabilität, d.h. die Unmöglichkeit einer chirurgischen Totalresektion des Tumors, eindeutig bewies, und zum anderen, weil bei acht Lipomen und zwei Perikardzysten anhand der Dichtemessung eine eindeutige Gewebsdiagnose bzw. Dignitätsbeurteilung der Raumforderung möglich war.

In den folgenden Abschnitten soll die Wertigkeit der Computertomographie anhand der Ergebnisse bei den einzelnen Tumorarten erläutert werden.

1. Primäre Mediastinaltumoren

Mit 89 Fällen (51,7% des untersuchten Patientengutes) bilden die primären Mediastinaltumoren eine komplexe Gruppe. Die Einteilung nach Art und Häufigkeit der Tumoren kann aus der folgenden Tabelle entnommen werden.

Tumorart		Anzahl
1. Maligne Lymphome		37 (42%)
2. Herztumoren		13 (14,5%)
intracavitär	7	
extracavitär	6	
3. Thymustumoren		10 (11%)
Thymome	8	
Thymuslipome	1	
Thymuscarcinoide	1	
4. Ösophaguskarzinome		10 (11%)
5. Lipoide Raumforderungen		9 (10%)
6. Neurogene Tumoren		4 (4,5%)
7. sonstige primäre Mediastinaltumoren		6 (7%)
Rhabdomyosarkome	2	
maligne Teratome	1	
Strumen	1	
Lymphangiome	1	
Hamartome	1	

Tab.7 Feingewebliche Diagnosen der 89 primären Mediastinaltumoren

1.1 Maligne Lymphome

Mit 37 Fällen bilden die malignen Lymphome die größte Gruppe der primären Mediastinaltumoren des untersuchten Patientengutes. Auf den M. Hodgkin entfielen 19, auf die Non-Hodgkin-Lymphome 18 Fälle. Das Durchschnittsalter der betroffenen Patienten unterschied sich je nach Lymphomgruppe wie erwartet: die Lymphogranulomatosekranken (9 männliche, 9 weibliche) waren im Durchschnitt 36,1 Jahre, die Patienten mit einem Non-Hodgkin-Lymphom (12 männliche, 6 weibliche) 57,3 Jahre alt.
Computertomographisch fanden sich bei der Lymphogranulomatose und bei den Non-Hodgkin-Lymphomen zum einen solitäre, isolierte, scharf abgrenzbare Lymphome, zum anderen aber auch Konglomerattumoren, bei deren fehlender Abgrenzbarkeit man ein Überschreiten der Lymphknotenkapsel durch den Tumor annehmen mußte.

1.1.1 Morbus Hodgkin

Wie aus der untenstehenden Tabelle hervorgeht, erwies sich die CT bei dieser Tumorart als sehr empfindliche Nachweis- und Kontrollmethode.

Methode	r.p.	f.n.	Zusatzinf.
CT	18	1	14
konv. Radiol.	14	5	1

(r.p.= richtig positiv, f.n.= falsch negativ)

Tab.8 Gegenüberstellung des Tumornachweises durch CT und konv. Radiol. bei 19 M.Hodgkin-Patienten

Tumoren einer Größe von 2 cm und mehr hatten 12 der 19 Hodgkinpatienten. Da es sich bei der Lymphogranulomatose wie bei den anderen malignen Lymphomen um eine Systemerkrankung handelt und demgemäß ein multipler Befall der mediastinalen Lymphknoten auftritt, finden sich oft bei einem Patienten vergrößerte Lymphknoten in allen Regionen des Mediastinums bzw. der Lungenhili gleichzeitig. So war computertomographisch das vordere Mediastinum bei 12, das mittlere bei 5, das hintere ebenfalls bei 5 und die Lungenhili bei 4 Patienten von der Manifestation der Krankheit betroffen.

Die Computertomographie lieferte in 74% (14 Fälle) gegenüber den konventionellen radiologischen Methoden Zusatzinformationen, besonders bei den 5 Patienten, bei denen computertomographisch Lymphknotenvergrößerungen nachgewiesen wurden, die noch nicht zu einer sichtbaren Mediastinalverbreiterung geführt hatten und die von Sternum, Herz, Aorta und Vena cava verdeckt worden waren. Das traf vor allem, wie auch später bei den Non-Hodgkin-Patienten zu besprechen sein wird, für die im Retrokruralraum liegenden Lymphonoduli mediastinales inferiores dorsales zu, die in 5 von 6 Fällen konventionell radiologisch nicht zur Darstellung kamen. Bei ihrem computertomographischen Nachweis erleichterte die orale und intravenöse Gabe von Kontrastmittel wie in vielen anderen Untersuchungen die genaue Abgrenzung der Lymphknoten gegenüber den benachbarten Gefäßen und dem Ösophagus.

Im Rahmen des Tumorstagings mußte bei einer Patientin mit abdominellem Befall durch die Lymphogranulomatose das zuvor festgesetzte Tumorstadium IIb nach IIIb korrigiert werden, da erst computertomographisch retrokrural erheblich vergrößerte, zu Paketen verbackene Lymphknoten nachgewiesen wurden.
Beim Befall der Hiluslymphknoten durch den M. Hodgkin war die konventionelle Radiologie (Tomographie) in einem von vier Fällen der CT überlegen, insofern als sie bei diesem Patienten auf dem Hiluszonogramm kleine Hiluslymphome links und hilusnahe Lungeninfiltrate zeigte, die auf den computertomographischen Schichtbildern, die ohne Kontrastmittel durchgeführt wurden, nicht erkannt wurden. Da aber auch gleichzeitig ein weiterer konventionell radiologisch und computertomographisch nachgewiesener Befall des rechten Hilus mit einem ca. tomatengroßen Lymphknotenkonglomerat vorlag, hatte dieser Zusatzbefund keine weiteren das Tumorstaging oder die Therapie betreffenden Folgen.

1.1.2 Non-Hodgkin-Lymphome

Nach ihrem histologischen Aufbau bestand die heterogene Gruppe der Non-Hodgkin-Lymphome aus 5 chronisch lymphatischen Leukämien, 2 Lymphosarkomen, 2 Immunoblastomen, einer akuten Leukämie, einem malignen Lymphom von niedrigem Malignitätsgrad, einem entdifferenzierten und zwei nicht näher beschriebenen Non-Hodgkin-Lymphomen, wobei die hochmalignen Lymphome durch ihr infiltratives Wachstum und ihre

Neigung zur Bildung von Konglomerattumoren auffielen.

Methode	r.p.	f.n.	Zusatzinf.
CT	18	1	14
konv. Radiol.	14	5	1

Tab.9 Gegenüberstellung des Tumornachweises durch CT und konventionelle Radiologie bei 18 Patienten mit Non-Hodgkin-Lymphom

Die großen Tumoren entgingen den konventionellen radiologischen Methoden nicht, solange sie nicht im hinteren Mediastinum gelegen waren, wo sie nur computertomographisch nachweisbar waren. Das traf bei 13 der 18 Patienten zu, bei denen die CT ein wichtiges Hilfsmittel beim Tumorstaging darstellte. Selbst räumlich große retrokrurale Tumoren waren auf den herkömmlichen Röntgenafnahmen nicht zu erkennen, weil sie vom Sternum und den großen Gefäßen verdeckt wurden. Bei den übrigen computertomographisch im dorsalen Mediastinum erkennbaren Lymphknotenvergrößerungen betrug der Durchmesser der betroffenen Lymphknoten in 6 der 14 Fälle nur ca. 1 cm.
Da jedoch gerade im allgemeinen im Retrokruralraum computertomographisch nachgewiesene Lymphknoten immer pathologisch vergrößert sind, sei es entzündlich oder tumorös verändert, muß bei bekannter maligner Grundkrankheit der Patienten davon ausgegangen werden, daß es sich um einen Lymphknotenbefall durch den Tumor handelt.

Bei 3 der 18 Fälle von Non-Hodgkin-Lymphomen wurde außer dem Mediastinal- zusätzlich ein Lungenhilusbefall durch das Malignom sowohl konventionell radiologisch als auch computertomographisch festgestellt. Hierbei zeigte sich mittels der konventionellen Tomographie bei einem Patienten eine bessere Darstellung vergrößerter Lymphknoten an einem Hiluspol.

1.2. Herztumoren

1.2.1 Intracavitäre Herztumoren

Große Diskrepanzen fanden sich beim Vergleich der CT-Befunde mit denen der konventionellen radiologischen, angiokardiographischen und echokardiographischen Untersuchungsbefunde. Die histologische Struktur der Tumoren war unterschiedlich. Bei den 7 untersuchten Raumforderungen handelte es sich dreimal um ein histologisch nachgewiesenes gutartiges Myxom, einmal um ein Sarkom, einmal war die feingewebliche Untersuchung zweideutig, zwei Patienten wurden keiner Operation unterzogen, und eine endgültige histologische Sicherung der Diagnose unterblieb somit.
Wie erwartet war die Röntgenthoraxaufnahme in zwei Ebenen zum Tumornachweis nur wenig geeignet, da konventionell radiologisch im allgemeinen nur die Außenkontur des Herzens und seine Formveränderungen beurteilt werden kann.
Bei drei Patienten waren fakultative indirekte Zeichen einer Raumforderung innerhalb der Herzhöhlen

in Form einer Einengung des Retrokardialraumes nachzuweisen.

Methode	eindeutig pos.	indirekt pos	negativ
CT	7	0	0
Rö-Thorax	1	3	3
Echokardiographie	6	0	0
Angiokardiographie	4	0	0

Tab.10 Gegenüberstellung des Tumornachweises durch CT, konventionelle Radiologie, Echokardiographie und Angiokardiographie bei 7 Patienten mit intracavitären Herztumoren

In drei Fällen waren die Thoraxübersichtsaufnahmen unauffällig. Wie die Computertomographie war die Echokardiographie bei allen 6 Patienten, bei denen sie durchgeführt wurde, positiv. Auch die Angiokardiographie wies, wenn erfolgt, den intracavitären Herztumor nach.

1.2.2 Extracavitäre Herztumoren

Bei den vier Patienten mit computertomographisch eindeutig nachgewiesenen Perikardzysten bestand bereits konventionell radiologisch der Verdacht auf einen solchen Prozess im vorderen und/oder mittleren Mediastinum. Die Zysten zeigten sich auf der Thoraxaufnahme in zwei Ebenen meist als scharf berandete Ausbuchtung im Bereich der Herzkontur. Ihre Größe schwankte zwischen 2:2 und 10:9 cm.

Die Computertomographie war insgesamt in 4 von 5

Fällen bei Patienten mit einer Perikardzyste den konventionellen radiologischen Methoden überlegen, da mit ihr der zystische Charakter der Raumforderung, ihre Abgrenzung gegen Nachbarstrukturen und der Ausschluß von gefäßbedingten Prozessen nachweisbar war. In zwei Fällen wurde aufgrund des computertomographischen Befundes eine Operation nicht durchgeführt, bei den übrigen Patienten erfolgte wegen der Größe der Zysten eine chirurgische Entfernung.

Differentialdiagnostische Probleme gab es beim einzigen Fall eines Patienten (K.E. 192/79/79) mit einer Epikardzyste. Die Zyste wurde wegen ihres soliden Inhalts computertomographisch nicht als solche erkannt, sondern als 9:9 cm messende, abgekapselte, Kalk enthaltende Rundverschattung, die sich vom Herzen eindeutig abhob, beschrieben. Wegen des Kalkgehaltes wurde computertomographisch der Verdacht auf ein Teratom geäussert.

1.3 Thymustumoren

Die Thymustumoren bilden in diesem Kollektiv einen Anteil von 11%. Die Angaben über die Zuverlässigkeit der radiologischen Verfahren gehen aus Tabelle 11 hervor.

Methode	r.p.	f.n.	Zusatzinf.
CT	10	0	10
konv. Radiol.	8	2	0

Tab. 11 Gegenüberstellung des Tumornachweises durch CT und konventionelle Radiologie bei 10 Patienten mit Thymustumoren

Von den 8 Thymompatienten litten drei klinisch an einer Myasthenia gravis. Bei 5 Patienten wurde histologisch ein malignes Thymom festgestellt; dabei handelte es sich dreimal um ein Rezidiv nach zuvor erfolgter chirurgischer oder strahlentherapeutischer Behandlung. In 5 Fällen wurde eine Thorakotomie durchgeführt, wobei jedesmal die CT-Befunde denen der Operationen exakt entsprachen. Insgesamt waren die CT-Befunde in allen acht Fällen richtig positiv und lieferten verglichen mit den konventionellen radiologischen Methoden immer wichtige Zusatzinformationen über die Größe und Lokalisation des Tumors und über sein Wachstumsverhalten. Bei einer Patientin konnte computertomographisch der konventionell radiologisch geäußerte Verdacht auf einen Gefäßprozeß ausgeschlossen werden. Die Röntgenthoraxaufnahmen waren bei einer Patientin mit Thymom falsch negativ.

Die beiden übrigen Fälle von Thymustumoren betrafen einmal ein Thymuscarcinoid, welches sich wegen seiner geringen Größe dem Nachweis auf der Thoraxaufnahme entzog, und zum anderen ein Thymuslipom, welches sowohl konventionell radiologisch als auch compu-

tertomographisch zur Darstellung kam.

1.4 Ösophaguskarzinome

Es wurden computertomographisch 10 Patienten mit einem Ösophaguskarzinom untersucht. Alle Fälle wurden endoskopisch, histologisch, operativ oder nach Obduktion bestätigt.

Methode	r.p.	f.n.	Zusatzinf.
Ct	8	2	6
konv. Radiol.	9	1	2

Tab.12 Gegenüberstellung des Tumornachweises durch CT und konventionelle Radiologie bei 10 Patienten mit Ösophaguskarzinom

Acht richtig positiven standen zwei falsch negative CT-Befunde gegenüber. Konventionell radiologisch ließ sich das Ösophaguskarzinom dagegen in 9 Fällen darstellen, in einem Fall war das Ösophagogramm negativ. Die Computertomographie zeigte bei sechs Patienten eine Zusatzbeteiligung des Mediastinums, die konventionell radiologisch nicht erfaßt worden war. Dabei machte erst die CT die Darstellung der zirkumferentiellen Ausbreitung des Karzinoms, seiner Infiltration ins Nachbargewebe und der Ausbildung regionärer Metastasen möglich, wobei sich bei zwei Patienten nach der CT-Untersuchung eine Einstufung in ein höheres Tumorstadium als zuvor angenommen ergab und dadurch jeweils keine tumorresezierende Operation dieser Patienten

mehr vorgenommen wurde.
Die Längsausdehnung des Ösophaguskarzinoms wurde mittels konventionellem Ösophagogramm exakter bestimmt als mit der computertomographischen Untersuchung, bei der die Stenosenlänge als zu kurz beschrieben wurde.

1.5 Lipoide Raumforderungen

Die lipoiden Raumforderungen waren mit 9 Fällen (10%) fast ebenso häufig vertreten wie die Ösophaguskarzinome.
Acht Patienten wiesen im Rahmen einer routinemäßig durchgeführten Thoraxübersichtsaufnahme Verschattungen vorwiegend im Bereich der Herzkonfiguration, im Herzzwerchfellwinkel, retrosternal oder retrokardial auf. Charakterisiert waren diese homogenen Raumforderungen durch ihre glatte Begrenzung. Computertomographisch war in allen Fällen eine Abgrenzung gegen Gefäßprozesse möglich. Darüberhinaus konnte aufgrund der Dichtebestimmung, die Werte lagen zwischen -100 und -115 HE, eine eindeutige Gewebsdiagnose der Tumoren gestellt werden. Anhand dieser Zusatzinformationen und des Nachweises eines nichtinfiltrativen Wachstums konnte dank der CT-Befunde bei allen Patienten die Diagnose "Lipom" gestellt werden, und eine Thorakotomie dieser nicht therapiebedürftigen Prozesse unterblieb in allen Fällen.
Bei einer 52-jährigen Patientin (K.E. 44/79/79)

mit histologisch gesichertem Liposarkom war der CT-Befund ebenfalls aussagekräftiger als der der Thoraxaufnahme, da mit Hilfe der CT außer der genauen Lokalisation und Größenbestimmung eine Gewebsdiagnose und der Nachweis infiltrativen Wachstums möglich war.

1.6 Neurogene Tumoren

Mit vier Fällen gehörten die neurogenen Tumoren im eigenen Krankengut zu den selteneren primären Mediastinaltumoren. Das Alter der Patienten mit einer gutartigen Geschwulst (Neurinom) lag zwischen 35 und 64 Jahren, ein Mädchen von 10 Monaten war von einem Neuroblastom befallen.
Die Tumoren waren bereits mit den herkömmlichen radiologischen Methoden gut als paravertebrale, zum Teil verkalkte Raumforderungen zu erkennen.
Die Computertomographie wies in allen Fällen ebenfalls den Tumor nach und konnte bei einer Patientin mit Rezidiv eines Ganglioneuroms nach intravenöser Gabe eines nierengängigen Kontrastmittels wichtige Angaben über die genaue Lokalisation und Abgrenzung des Tumors gegen die umgebenden Blutgefäße machen.
Mit Ausnahme dieser wurden die übrigen Patienten einer Operation unterzogen, wobei sich wiederum OP-und CT-Status deckten.

1.7 Sonstige primäre Mediastinaltumoren

Die übrigen sechs primären Mediastinaltumoren konnten zwar konventionell radiologisch oder computertomographisch nachgewiesen werden (s. Tab.13), bereiteten jedoch in zwei Fällen differentialdiagnostische Schwierigkeiten.

Methode	r.p.	f.n.	Zsatzinf.
CT	6	0	4
konv. Radiol.	5	1	0

Tab.13 Gegenüberstellung des Tumornachweises durch CT und konventionelle Radiologie bei den 6 Patienten mit den übrigen mediastinalen primären Tumoren

Bei einem Fall (H.K. 55/79/79) wurde aufgrund einer bei der Thoraxübersichtsaufnahme festgestellten ovalen, flauen, scharf abgegrenzten Verschattung der Verdacht auf ein Aneurysma geäußert.
Die CT wies einen retrokrural gelegenen Tumor mit deutlicher Verkalkung nach, der ebenfalls als altes thrombosiertes Aneurysma gedeutet wurde.
Tatsächlich handelte es sich jedoch um ein gutartiges zystisches Hamartom, welches operativ entfernt wurde.
Beim zweiten Fall gelang erst computertomographisch bei zuvor konventionell radiologisch festgestelltem Tumor des oberen Mediastinums (vorläufige Diagnose: Dermoid) die Beziehung der Raumforderung zur Schliddrüse, und es konnte präoperativ

bereits der Verdacht auf eine mediastinale Struma geäußert werden.

2. Mediastinal- und Hilusmetastasen

Die bei 21% der untersuchten Patienten (38 Fälle) diagnostizierte Metastasierung primär nicht im Mediastinum oder in den Lungenhili lokalisierter bösartiger Tumoren ist ein Zeichen für die fortgeschrittene Ausbreitung des Krebswachstums. Betrachtet man die Muttergeschwülste nach ihrer Lokalisation und ihrem histologischen Aufbau, stellt man bei dem untersuchten Patientengut eine Vielzahl verschiedener Tumorarten fest (s. Tab.14).

Tumorart	Anzahl
peripheres Bronchialkarzinom	10
Mammakarzinom	4
Magenkarzinom	4
Kolonkarzinom	3
Nierenkarzinom	3
Seminom	2
Osteosarkom	2
Fibrosarkom	2
Uteruskarzinom	2
Plasmozytom	1
Pankraskarzinom	1
Prostatakarzinom	1
Pleuritis carcinomatosa	1
undifferenziertes Karzinom	1

Tab.14 Art und Häufigkeit der metastasierenden Primärtumoren bei 38 Patienten

Die Lokalisation der computertomographisch nachgewiesenen Metastasen wies folgende Verteilung auf:

Lokalisation	Anzahl
vorderes Mediastinum	7 Raumforderungen
mittleres Mediastinum	8 "
hinteres Mediastinum	25 "
Lungenhili	3 "

Tab.15 Lokalisation der Mediastinal- und Hilusmetastasen bei 38 Patienten

Es wiesen 21 dieser Raumforderungen eine Größe von 2 cm oder mehr auf. In je sechs Fällen gelang intraoperativ oder nach Sektion eine Bestätigung des CT-Befundes. Bei den übrigen Patienten lag eine histologische Sicherung des malignen Grundleidens vor. Aus der folgenden Tabelle geht die Zuverlässigkeit des Tumornachweises der CT im Vergleich mit der konventionellen Radiologie hervor.

Methode	richtig positiv	falsch negativ
CT	37	1
konv. Radiol.	15	23

Tab.16 Gegenüberstellung des Tumornachweises durch CT und konventionelle Radiologie bei 38 Patienten mit Mediastinal- und Hilusmetastasen

Die hohe Anzahl der falsch negativen Befunde (62%)

der konventionellen Radiologie geht bei 19 Patienten auf den fehlenden Nachweis von Lymphknotenvergrößerungen im hinteren unteren Mediastinum zurück. Die Raumforderungen des Retrokruralraumes konnten dabei eine Größe von deutlich über 2 cm Durchmesser erreichen, ohne konventionell radiologisch aufzufallen. Im mittleren Mediastinum waren die konventionellen Methoden sechsmal der CT unterlegen, im vorderen zweimal, und zwar immer dann, wenn die vergrößerten Lymphknoten im Bereich des Aortenbogens und der übrigen großen Mediastinalgefäße gelegen waren und durch diese verdeckt wurden.

Beim einzigen für die CT falsch negativen Fall gelang konventionell radiologisch der Nachweis einer Hilusmetastase von 10:11 mm Größe bei einem 9jährigen Mädchen mit multiplen Lungenmetastasen eines Osteosarkoms, die allerdings bis auf die soeben beschriebene hiläre ausnahmslos computertomographisch nachgewiesen wurden (T.Ch. 922/80/81)

3. Hilustumoren

3.1 Das zentrale Bronchialkarzinom

Der zentrale Lungenkrebs stellte mit 36 Fällen (20,6%) einen großen Anteil des Untersuchungsgutes. In allen Fällen gelang der histologische oder zytologische Nachweis des Karzinoms. Dabei wurden folgende Gewbstypen gefunden:

Gewebstyp	Anzahl
Kleinzelliges Karzinom	15
Plattenepithelkarzinom	8
Adenokarzinom	7
undifferenziertes Karzinom	6

Tab.17 Gewebstypen der zentralen Bronchialkarzinome bei 36 Patienten

Einer Operation wurden 12 Patienten unterzogen, 5 wurden obduziert. Die Ergebnisse des präoperativen Stagings dieser Patientengruppe wurde unter Bezug auf die intraoperativen bzw. bei der Obduktion gewonnenen mit den Ergebnissen der konventionellen radiologischen Methoden, der CT und, falls durchgeführt, der Mediastinoskopie und Bronchoskopie verglichen.

Tumornachweis

Die Treffsicherheit beim Nachweis des Hilusbefalls durch das zentrale Bronchiakkarzinom betrug sowohl bei den herkömmlichen Röntgenmethoden, als auch

bei der Computertomographie 100%. Falsch positive oder falsch negative Befunde wurden mit diesen Verfahren nicht erhoben. Zum Vergleich seien in der folgenden Tabelle auch noch die Ergebnisse der vorliegenden Bronchoskopiebefunde mitaufgeführt, die trotz des zentralen Sitzes der Tumoren in drei Fällem negativ ausfielen, weil es hierbei durch das Karzinom noch zu keiner sichtbaren Stenosierung im Bereich des zentralen Bronchialsystems gekommen war.

Methode	richtig positiv	falsch negativ
CT	36	0
konv. Radiol.	36	0
Bronchoskopie	15	3

Tab.18 Gegenüberstellung des Tumornachweises durch CT, konventionelle Radiologie und Bronchoskopie bei 36 Patienten mit Hilusbefall bei zentralem Bronchialkarzinom

Bei 8 der 14 durchgeführten konventionellen Tomographien kam die Bronchuseinengung durch den Tumor im Vergleich zur CT besser zur Darstellung.
Bei einem Patienten gelang computertomographisch der Nachweis einer Stammbronchuseinengung im Bereich des rechten Hilus, während sich im Hiluszonogramm nur eine etwas unregelmäßige nicht eindeutig als gefäßbedingt zu identifizierende Verdichtungsfigur zeigte.
In den übrigen 5 Fällen kamen CT und Tomogramme zu gleichwertigen Ergebnissen.

Infiltration in das Mediastinum

Das Wachstum per continuitatem in das Mediastinum stellt einen der wichtigsten Parameter bei der Beurteilung der Operabilität des zentralen Bronchialkarzinoms dar. Bei deren Nachweis erwies sich die Computertomographie als sehr empfindliche Methode.

Insgesamt beschränkte sich der alleinige Befall der Lungenhili durch das Bronchialkarzinom auf nur 13 Patienten, in den übrigen 23 Fällen war das Mediastinum mitbetroffen. Hierbei lieferte die Computertomographie bei 20 Patienten wichtige Zusatzinformationen zu den konventionellen radiologischen Untersuchungsmethoden. Bei den 15 durchgeführten Mediastinoskopien war eine Untersuchung falsch negativ. Das Bronchialkarzinom hatte, wie später operativ bestätigt, zu einer Perikardinfiltration geführt (H.H. 1021/81/81).

Methode	richtig		falsch	
	pos.	neg.	pos	neg.
CT	23	13	0	0
konv. Radiol.	13	13	0	10
Mediastinoskopie	10	4	0	1

Tab.19 Gegenüberstellung des Nachweises der Tumorinfiltration in das angrenzende Mediastinum durch CT, konventionelle Radiologie und Mediastinoskopie bei 23 Patienten mit zentralem Bronchialkarzinom

Das infiltrative Tumorwachstum in die großen mediastinalen Gefäße oder in das Perikard konnte nach intravenöser Gabe eines Kontrastmittels zur besseren Abgrenzung der weichteildichten Raumforderungen computertomographisch zuverlässig erkannt werden. Wenn durchgeführt, konnten diese Befunde operativ, mediastinoskopisch oder bei der Sektion jedesmal bestätigt werden. Dies traf für 5 der 11 Fälle zu.

infiltrierte Struktur	Häufigkeit
Aorta	6 Fälle
A. pulmonalis, V. cava	3 "
Perikard	2 "

Tab.20 Nachweis der Tumorinfiltration von Perikard und den großen mediastinalen Gefäßen durch die CT bei 11 Patienten mit zentralem Bronchialkarzinom

Diese Mediastinalinfiltrationen konnten konventionell radiologisch nicht erkannt werden, da sie zu keiner sichtbaren Verbreiterung der Mediastinalbegrenzung geführt hatten. In diesem Zusammenhang mußte in vier Fällen nach der computertomographischen Untersuchung die Einstufung des Tumors in ein höheres Stadium als zuvor mit Hilfe der konventionellen radiologischen Methoden angenommen erfolgen. Insgesamt wies die Computertomographie bei 21 der 36 an Bronchialkrebs erkrankten Patienten vergrößerte tracheobronchiale, paratracheale und vor allem im mittleren und dorsokaudalen Mediastinum gelegene

Lymphknotenvergrößerungen nach, die zu keiner sichtbaren Mediastinalverbreiterung geführt hatten. In 14 Fällen konnten diese Raumforderungen histologisch bestätigt werden, in drei Fällen erwiesen sich die computertomographisch zuvor als metastasenverdächtig bezeichneten paratrachealen und paraösophagealen Lymphknoten histologisch als nicht tumorös sondern als nur unspezifisch verändert. Die Größe dieser Lymphknoten lag im Bereich von 1,5-2 cm.

3.2 Bronchogene Zysten

Bei zwei Patienten fand sich eine bronchogene Zyste, die sich sowohl konventionell radiologisch als auch computertomographisch darstellen ließ.
Im ersten Fall zeigte sich auf der Thoraxaufnahme in zwei Ebenen auf der p.a.-Aufnahme in Projektion auf den rechten Vorhof und in der Seitenansicht in Projektion auf das hintere Mediastinum ein gut pflaumengroßer Schatten. Die Mediastinaltomographie ergab einen hühnereigroßen, glatt begrenzten, raumfordernden Prozeß medial vom Unterlappenbronchus, der sich gegenüber dem Herzschatten weitgehend abgrenzen ließ und eindeutige Verbindung zum Mediastinum rechts retrokrural aufwies. Computertomographisch fand sich ein solider, abgegrenzter Tumor, der sich dem Bronchialsystem und dem medialen Mediastinum anschmiegend, nach Kontrastmittelinjektion als nicht zum Gefäßsystem gehörend erkennen ließ. Operativ wurde eine faustgroße, derb-

elastische extrapulmonale Zyste entfernt (D.A.63/80/80)

Beim zweiten Fall (W.L. 57/80/80) wurde konventionell radiologisch ein dem Aortenbogen aufsitzender, glatt begrenzter, walnußgroßer Rundschatten beschrieben, der als Aortenaneurysma fehlinterpretiert wurde. Computertomographisch erfolgte der Aneurysmaausschluß, und es wurde ein der Aorta aufsitzender 2 cm großer, relativ glatt begrenzter, inhomogener Tumor, der eine verzögerte, mässige Kontrastmittelanhebung aufwies, beschrieben. Es wurde operativ eine gut ausschälbare hühnereigroße, dünnwandige bronchogene Zyste im Mediastinum, der Aorta descendens und dem oberen Hilus anliegend entfernt.

4. Mediastinal- und Hilustumoren unklarer Genese

Trotz zum Teil umfangreicher Diagnostischer Maßnahmen gelang es in 7 Fällen nicht, eine eindeutige Abschlußdiagnose zu stellen. Der Grund hierfür lag zum einen in der Tatsache, daß in zwei Fällen (D.S. 903/80/80, K.R. 1264/81/81) der Prozeß über einen längeren Zeitraum bei subjektivem Wohlbefinden der Patienten stationär blieb und man einen gutartigen Tumor vermutend auf eine weitere risikoreiche Diagnostik verzichtete, zum anderen war trotz operativer und histologischer Exploration eine Artdiagnose oder Zuordnung der Raumforderung zu einem Primärtumor nicht möglich.

Computertomographisch wurden alle Tumoren dargestellt, die konventionelle Radiologie blieb in zwei Fällen mit kleinen Raumforderungen im vorderen Mediastinum, die zu keiner Verbreiterung desselben geführt hatten, negativ.

Methode	richtig positiv	falsch negativ
CT	7	0
konv. Radiol.	5	2

Tab.21 Gegenüberstellung des Tumornachweises durch CT und konventionelle Radiologie bei 7 Patienten mit Mediastinal- oder Hilustumoren unklarer Ätiologie

Bei einem 71jährigen Patienten (M.A. 1075/80/80) mit Oberlappenresektion wegen eines großzelligen peripheren Bronchialkarzinoms wurde gleichzeitig ein Mediastinaltumor, der intraoperativ als Zweitkarzinom deutlich geringeren Malignitätsgrades angesehen wurde, da sein Gewebe makroskopisch anders als der Lungentumor aussah, entfernt. Die Histologie dieses Mediastinaltumors ließ keine Differenzierung zu, da es sich um nekrotisches Gewebe handelte.

In einem anderen Fall wurde bei einem 43jährigen Patienten (G.F-J. 40/81/81) ein kindskopfgroßer verdrängend wachsender Mediastinaltumor reseziert, von dem der Operateur den Eindruck hatte, daß dieser Tumor aus ehemaligem Thymusgewebe entstanden war. Histologisch fand sich ein ganz überwiegend solid gewachsenes Adenokarzinom mit umfangreichen Nekrosen.

Ein Patient mit computertomographisch nachgewiesenen Lymphknotenvergrößerungen im vorderen Mediastinum, differentialdiagnostisch dachte man an ein Lymphom oder Thymom, lehnte eine Operation ab.

Insgesamt handelte es sich bei 6 Patienten um eine rein mediastinale Raumforderung, bei einem Patienten war zusätzlich ein Lungenhilus mitbetroffen. Sechs der sieben Tumoren wiesen eine Größe von 2 cm und mehr auf.

E Diskussion

Im Folgenden soll auf die Wertigkeit der Computertomographie bei der Darstellung der verschiedenen Mediastinal- und Hilustumoren genauer eingegangen werden.unter besonderer Berücksichtigung der eigenen Untersuchungsergebnisse und der in der aktuellen Literatur angegebenen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Aussagekraft der CT nicht global beurteilt werden kann, sondern in starkem Maße von der Lokalisation und der räumlichen Ausdehnung der betreffenden Raumforderungen abhängt. Beim Vergleich der eigenen Untersuchungsergebnisse mit denen anderer Autoren ergaben sich zum Teil weitgehende Übereinstimmungen, zum anderen aber auch Diskrepanzen, was sicherlich auch mit der Patientenauswahl, der Anzahl der Befunde, ihrer möglichen Repräsentativität und den Möglichkeiten einer objektiven Befundkontrolle zusammenhängt.

Mediastinaltumoren

Bezogen auf das eigene Patientengut lieferte die Computertomographie bei 134 Patienten mit mediastinalen Raumforderungen in 98,2% einen richtigen, in 1,8% einen falschen Befund und in 70% der Fälle Zusatzinformationen hinsichtlich der Tumorausdehnung sowie der Einengung der Differentialdiagnose. Im Gegensatz dazu kam die konventionelle Radiologie in nur 64% zu richtigen, in 36% jedoch zu falschen Diagnosen, d.h. die Röntgenbefunde korrelierten nicht mit den Operations- bzw. Sektionsbefunden, den Me-

diastinoskopie-, Bronchoskopie- und Endoskopieergebnissen und mit den CT-Befunden, die bei bekanntem malignem Grundleiden und Nachweis von eindeutigen Lymphknotenvergrößerungen als richtig positiv deklariert worden waren.
Diese Ergebnisse entsprechen denen anderer Autoren (4, 10, 43, 64, 73, 78), bei denen die CT je nach topographisch-anatomischer Lokalisation der Raumforderungen Zusatzinformationen zwischen 40 und 90% lieferte. Die Rate der computertomographisch falschen Befunde lag bei diesen Autoren zwischen 0 und 4%. In keinem Fall waren signifikante diagnostische Informationen wie Tumornachweis, Tumorausdehnung, Infiltrations- oder Verdrängungserscheinungen durch konventionelle Röntgenaufnahme oder Tomographie aufgedeckt worden, die nicht auch computertomographisch nachgewiesen wurden.

Aufgabe ist es nun, die eigenen Untersuchungsergebnisse für jede einzelne Tumorart zu interpretieren und mit den Ergebnissen anderer Autoren zu vergleichen.

Bei der Antwort auf die Frage, ob ein Thymustumor vorliegt, ist für den Radiologen die Kenntnis von der Abweichung in Größe und Gestalt des normalen Thymus wichtig, damit dieser nicht als anormale Raumforderung des Mediastinums fehlinterpretiert wird. Größe und Gewicht des Organs sind deutlich abhängig vom Lebensalter. Das Gewicht beträgt zum Zeitpunkt der Geburt etwa 20g. Danach nimmt der Thymus bis zur Pubertät kontinuierlich an Größe

zu. Das maximale Thymusgewicht wird mit 30-40g zwischen dem 12. und 19. Lebensjahr erreicht, ist jedoch großen individuellen Schwankungen unterworfen. Im Anschluß an die Pubertät folgt gewöhnlich die physiologische Thymusinvolution, gleichzeitig wird das dystrophische Parenchym durch Fettgewebe ersetzt, und es resultiert schließlich der Thymusfettkörper. (5, 54, 58, 65) Nach BARON et al. ist der normale Thymus im CT bei Patienten unter 50 Jahren in 83%, bei Patienten über 50 Jahren in 17% erkennbar, abhängig von der altersgemäßen physiologischen Größe des Organs.

Von besonderer Bedeutung ist der Nachweis eines Thymoms benigner oder maligner Natur bei Patienten mit Myasthenia gravis. So findet man eine hohe Korrelation zwischen Thymusveränderungen und der Myasthenie. Bei 8-30% der Patienten mit dieser Krankheit besteht gleichzeitig ein Thymom oder eine Thymushyperplasie, und umgekehrt treten bei 25-50% aller Thymomkranken die Symptome der Myasthenie auf. (14, 47, 54, 58, 65, 84) Thymushyperplasie und das sich durch alle Zeichen eines bösartigen Tumors auszeichnende maligne Thymom sieht man bei Patienten des jüngeren Lebensalters. Die in allen Altersgruppen auftretenden benignen Thymome kommen in sehr unterschiedlicher Größe vor und sind von einer fibrösen Kapsel umgeben. (65, 80, 84)

Die konventionelle Radiologie erweist sich bei der Darstellung von Thymustumoren, deren bevor-

zugter Sitz das vordere Mediastinum vor oder unmittelbar unterhalb des Aortenbogens ist- grundsätzlich können sie jedoch bedingt durch versprengte Thymuskeime überall im Mediastinum vorkommen- als relativ unergiebige Methode, insbesondere bei der Identifizierung kleiner Tumormassen, die zu keiner Verbreiterung des Mediastinums geführt haben. In Fällen mit relativ großen Thymustumoren, die die Mediastinalkontur überschreiten, zeigt sich konventionell radiologisch oft ein rundlicher, gelappter oder auch plattenförmiger, meist homogener, scharf begrenzter Schatten, der in 20-30% Verkalkungen aufweisen kann (45). Liegt der Schatten innerhalb der Mediastinalkontur und weist er nur eine geringe Größe auf, so kann diese Raumforderung mit einer Pulmonalarterie oder einer erweiterten Aorta verwechselt werden (5, 47).

Der computertomographische Nachweis einer rundlichen, ovalen, glatt begrenzten oder gelappten Raumforderung im vorderen oder mittleren Mediastinum in der Nähe von Herz oder Aorta ascendens muß bei entsprechender klinischer Symptomatik in Form einer Myasthenia gravis den Verdacht auf ein Thymom hervorrufen. Benigne Thymome können ein buntes Dichtespektrum bieten bedingt durch feinschollige Verkalkungen, zystische Veränderungen oder zentralen Gewebszerfall. Im letzten Fall liegen die Absorptionswerte zwischen 5 und 15 HE, sonst im allgemeinen zwischen 25 und 65 HE und somit im

Bereich der maligner Lymphome und Bronchialkarzinome, gegen die sie computertomographisch nur sehr schwer abzugrenzen sind (45, 47, 80, 81). Ein differentialdiagnostischer Hinweis sind die fast ausschließlich beim Thymom vorkommenden Verkalkungen. Beim malignen Lymphom können oft noch in anderen Mediastinalabschnitten Lymphknotenvergrößerungen gefunden werden (6, 23, 55). Andererseits kann der Thymus selbst Manifestationsort eines malignen Lymphoms - besonders des M.Hodgkins - sein (6, 81).

Das biologische Verhalten des Thymoms kann leider nicht genau vorhergesagt werden, da eine histologische Unterscheidung zwischen gut- und bösartigem Thymom nicht möglich ist (43, 47). Postoperative Rezidive, Pleurabefall, lokales infiltratives Wachstum und unscharfe Begrenzung sind jedoch in viel stärkerem Maße solchen Veränderungen gemeinsam, die keine Kapsel aufweisen. Sie bilden die Malignitätskriterien des invasiven, malignen Thymoms, wie sie auch in einigen Fällen des eigenen Patientengutes beschrieben werden konnten. Die Dichtewerte liegen ähnlich wie bei den benignen Thymomen zwischen 38 und 65 HE (6, 17, 47, 80, 81, 84). Das Fehlen der demarkierenden Fettlamelle muß jedoch nicht unbedingt ein Malignitätskriterium sein, da diese Kapsel mit dem Perikard oder der Pleura verwachsen sein kann (81). Nach ZERHOUNI et al. werden Größe und Ausdehnung der pleuralen

Prozesse beim malignen Thymom bei der Interpretation der Thoraxübersichtsaufnahme häufig unterschätzt. Auch diese Autoren bescheinigen der Computertomographie eine große Überlegenheit gegenüber der konventionellen Radiologie insbesondere beim Nachweis invasiven Thymomwachstums (s. Tab.22).

	Infiltrationsort:		
Methode	Perikard	mediast. Pleura	kardiovask. Strukturen
CT	7	8	4
konv. Radiol.	1	3	0

Tab.22 Gegenüberstellung des Nachweises infiltrativen Wachstums durch CT und konventionelle Radiologie bei 10 Patienten mit invasivem Thymom in einer Untersuchungsreihe von ZERHOUNI et al. (84)

Entsprechend gut war nach diesen Autoren - wie auch im eigenen Krankengut - die Übereinstimmung zwischen Computertomographie-, Operations- und Sektionsbefunden.

In einer Untersuchungsreihe von ELLIS und GREGG war bei über 100 Patienten mit Myasthenia gravis nicht ein einziger Fall mit der konventionellen Radiologie allein diagnostizierbar. Da sich andere diagnostische Methoden wie Arteriographie, Venographie oder Pneumomediastinum als zu invasiv erwiesen haben oder zuwenig aussagekräftig sind, hat sich die Computertomographie als sehr wertvolle Methode bei der Identifizierung von Thymomen bei Patienten

mit Myasthenie in den Vordergrund der Diagnostik geschoben (5, 6, 17, 47, 80, 84).

Diese Ergebnisse entsprechen denen der eigenen Untersuchung, bei der die CT in allen acht Fällen von Patienten mit benignem oder malignem Thymom wichtige Zusatzinformationen lieferte, wie zum Beispiel bei einer 43jährigen Patientin mit Myasthenia gravis (W., Ch. 458/80/80), die auf der Thoraxaufnahme einen faustgroßen, polyzyklisch, deutlich von der Aorta abgegrenzten, bis zum linken Hilus reichenden Tumor im vorderen Mediastinum aufwies.

Computertomographisch fand sich ein nach Kontrastmittelgabe von den Gefäßen und dem Perikard nicht eindeutig abgesetzter, großer, nach ventral bis zur Thoraxwand, nach dorsal bis zur Aorta descendens reichender Tumor, welcher kalkdichte Strukturen aufwies (s. Abb. 1). Operativ konnte der computertomographische Befund bestätigt werden, und es wurde ein lymphozytenreiches, invasives, das Perikard infiltrierendes Thymom entfernt.

An diesem Fallbeispiel wird deutlich, daß dank der Computertomographie eine exakte Aussage über die Lokalisation eines Tumors und unter Umständen Aussagen über seine Gewebebestandteile und seine Invasivität gemacht werden können.

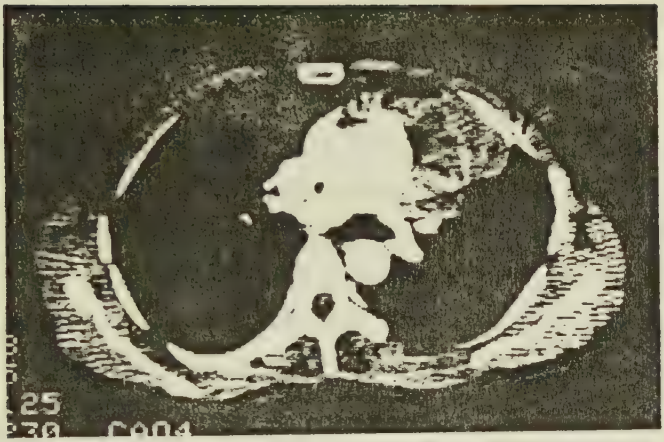

Abb. 1: 43jährige Patientin (W.,Ch. 458/80/80) mit operativ gesichertem, invasivem, das Perikard infiltrierendem Thymom

Bei einer weiteren Patientin (H., J., 63 Jahre 288/79/79), die seit 5 Monaten an Myasthenia gravis litt, zeigte sich konventionell radiologisch lediglich eine leichte rechtsparatracheale Verbreiterung des vorderen Mediastinums. Mit Hilfe der Computertomographie gelang die exakte Lokalisierung einer 13mm großen Raumforderung zwischen Aorta ascendens und der Ausflußbahn der A. pulmonalis. Ein Kontroll-CT, das einen Monat später durchgeführt wurde, erbrachte einen identischen Befund. Wegen des fortgeschrittenen Alters der Patientin erfolgte keine Thorakotomie.

Eine andere Patientin (S.,A., 14 Jahre, 1257/81/81) hatte eine unauffällige Thoraxübersichtsaufnahme nach Chemotherapie eines zuvor durch Thoraxaufnahme und Computertomogramm richtig diagnostizierten Rezidivs eines malignen Thymoms. Computertomographisch fand sich jetzt jedoch trotz erheblicher Rückbildung des Thymoms noch immer eine deutliche tumorbedingte Verbreiterung des oberen und mittleren Mediastinums.

Probleme bei der Thymomdiagnose durch die CT können bei Thymuslipomen auftreten, da der Betrag des mediastinalen Fettgewebes bei normalen Patienten variiert, so daß es nicht immer möglich ist, das Thymom nachzuweisen. Entsprechend ihrem histologischen Aufbau (Fettgewebe, Thymusrest, Bindegewebe) liegen die Absorptionswerte zwischen -95 und +35 Hounsfield-Einheiten (HE). (71, 80, 81)
Im einzigen Fall der eigenen Untersuchungsreihe war bei einem 8jährigen Jungen (P.,M. 15/80/80) bei körperlichem Wohlbefinden auf einer Thoraxaufnahme eine Verbreiterung des vorderen Mediastinums aufgefallen. Differentialdiagnostisch wurde an ein Thymom oder an einen anderen Mediastinaltumor gedacht. Mediastinoskopie, Angiographie und Knochenmarkuntersuchung blieben ohne pathologischen Befund. Auf den computertomographischen Schichtbildern fiel ein 8,5 cm breiter, inhomogener, abgegrenzter, reichlich Fett enthaltender Tumor im vorderen Me-

diastinum auf, der unter Kontrastmittelgabe nur geringfügig dichter wurde. Operativ wurde ein über faustgroßes, offenbar vom Thymus ausgegangenes, gelapptes Lipom entfernt.

Die Diagnose der Thymuspersistenz, die konventionell radiologisch überhaupt nicht möglich ist, kann auch computertomographisch schwierig sein, da es sich häufig um kleine Raumforderungen handelt. (80) Die im Durchschnitt 30 Jahre alten Patienten leiden zu 75% an einer Myasthenie. Im Untersuchungsgut von Patienten mit nachgewiesener Thymuspersistenz waren bei einer Untersuchung von WALTER und HÜBENER in 8 von 12 Fällen auch retrospektiv die Thoraxaufnahmen in zwei Ebenen unauffällig. Computertomographisch fand sich bei diesen Patienten eine geringgradige Erweiterung des Fettkörpers zwischen Aorta ascendens und Sternum, in dem kleinere Verdichtungszonen erkennbar waren. Dieselben computertomographischen Merkmale waren bei einer Patientin des eigenen Untersuchungsgutes zu verzeichnen.

Die gleiche Prädilektionsstelle wie die Thymome haben die teratoiden Blastome des Mediastinums. Eine typische Lage ist der Abgang der großen Gefäße aus dem Herzen. Die teratoiden Blastome stammen wie die Seminome von primitiven Keimzellen ab, die die Fähigkeit behalten haben, sich in Abkömmlinge aller drei Keimblätter zu differenzieren. Nach dem Differenzierungsgrad lassen sich Epidermoidzysten,

Dermoidzysten und Teratome unterscheiden. Letztere bestehen aus Geweben aller drei Keimblätter und sind im Gegensatz zu den beiden übrigen Formen eher solide aufgebaut, es kommen aber auch zystische Typen vor. Die zystischen Teratome finden sich fast ausschließlich im vorderen Mediastinum dicht unter dem Sternum, sind von halbkugeliger bis ovaler Gestalt und imponieren konventionell radiologisch generell als rundliche Raumforderung. Liegen wie in seltenen Fällen Knochen oder Zähne in der Raumforderung, so ist die Diagnose bereits auf der Thoraxübersichtsaufnahme problemlos zu stellen. (18, 20, 30, 33, 41, 56, 65, 80, 82)

Im einzigen Fall der eigenen Untersuchungsreihe handelte es sich um ein malignes Teratom bei einem 30jährigen Patienten (H.,F. 133/79/79). Teratome haben die Tendenz, mit zunehmendem Alter in 10-30% der Fälle maligne zu entarten. Schnelles Wachstum, Überschreiten der Kapsel, Infiltration des Nachbargewebes und regionale Metastasierung sind -wie auch bei diesem Patienten- eindeutige Malignitätskriterien. Konventionell radiologisch zeigte sich bei ihm eine dem unteren Mediastinum aufsitzende doppelt faustgroße, homogene Verschattung, die der linken lateralen Herzwand aufsaß. Computertomographisch fand man einen 5:2 cm großen retrosternalen Tumor in Aortenbogenhöhe, der links bis an die Thoraxwand reichte. Dieser Befund deckte sich mit dem Operationssitus. Wegen Inoperabilität - es

handelte sich um einen Konglomerattumor, der zum Teil mit dem Perikard verwachsen war und bis zwischen die Aorta reichte - erfolgte lediglich eine Probethorakotomie. (s. Abb. 2)

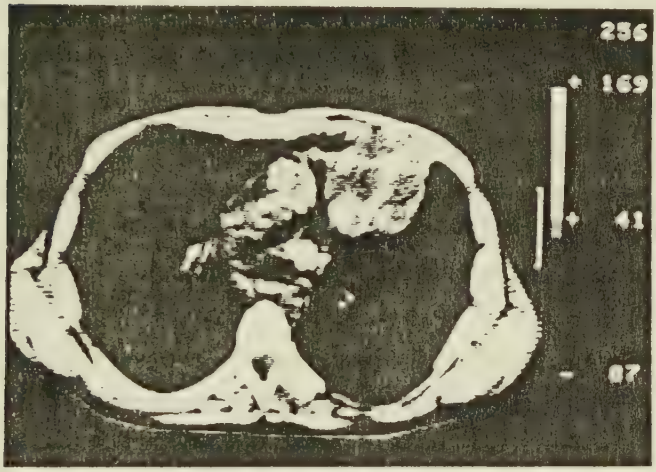

Abb. 2: 30jähriger Patient (H., F. 133/79/79) mit infiltrativ wachsendem, vom oberen Mediastinum ausgehendem Konglomerattumor.
Histologie: malignes Teratom

Weiterhin muß bei einem unbekannten Tumor im vorderen Mediastinum an eine intrathorakal gelegene Struma gedacht werden. Ihre Symptomatik ist abhängig von Größe und Lokalisation der Raumforderung. Große Knoten führen zu Trachea-, Ösophagus- und Gefäßkompressionen mit den entsprechenden Beschwerden für den Patienten. Neben den sehr häufigen retrosternalen Strumen sind die echten intrathora-

kalen, noch mit den normalen Schilddrüsengefäßen verbundenen Dystophien sehr selten. Hier fehlt ein direkter Zusammenhang zwischen zervikaler und intrathorakaler Struma. STREICHER und JACKSON fanden diese Form in nur 0,3-1% der retrosternal gelegenen Strumen. (4, 78, 80, 81)

Die intrathorakale Struma kann konventionell radiologisch erkannt werden, wenn sie Verkalkungen aufweist, zu Verlagerungen von Trachea und Ösophagus geführt hat und wenn unter der Durchleuchtung eine eindeutige Schluckverschieblichkeit nachweisbar ist. (36, 80)

Die Sicherung der Diagnose gelingt in den meisten Fällen mit Hilfe der nuklearmedizinischen Untersuchungen, sie kann jedoch wie beim einzigen Fall des eigenen Untersuchungsgutes bei Vorliegen eines kalten Knotens auch ausbleiben. Die 41jährige Patientin (R., R. 144/79/79) wies konventionell radiologisch seit zwei Jahren einen apfelgroßen, rundlichen, rechts paratracheal gelegenen Tumor des oberen Mediastinums auf, der etwas hustenverschieblich war und die Trachea geringgradig pelottierte und nach lateral verdrängte. Der Schilddrüsenscan war wie gesagt negativ.

Computertomographisch wurde ein inhomogener , 10cm großer paratrachealer Tumor beschrieben, der von der Schilddrüse seinen Anfang nahm. (s.Abb.3)

Die histologische Diagnose des extirpierten Tumors lautete: Struma colloides nodosa.

Abb.3: 41jährige Patientin (R.,R. 144/79/79) mit intrathorakal gelegener Struma colloides nodosa (operativ bestätigt). Schilddrüsenscan negativ.

Anhand dieses Beispiels läßt sich sehr eindrucksvoll die Wertigkeit der Computertomographie bei unbekannten Mediastinaltumoren beweisen. In Fällen wie diesem erweist sich die CT als sehr zuverlässige Nachweismethode, da mit ihr die Schilddrüse im allgemeinen von zervikal nach kaudal durch die Apertura thoracica superior kontinuierlich bis ins vordere obere Mediastinum zu verfolgen ist. Die Absorptionswerte unterliegen bedingt durch zentrale Nekrosen und regressive Veränderungen (z.B. Verkalkungen) in der Schnittebene starken Schwankungen. Sind keine Verkalkungen nachweisbar, ergeben sich Dichtewerte zwischen 40 und 70 HE, bei

Verkalkungen solche von bis zu 1000 HE.

Kennzeichen der Struma maligna sind unscharfe Begrenzung und aufgrund des heterogenen histologischen Aufbaus die stark schwankenden Absorptionswerte. Differentialdiagnostisch können mediastinale Metastasen von Schilddrüsenkarzinomen von malignen Lymphomen anhand der Verkalkungen abgegrenzt werden, die in Lymphomen so gut wie nie vorkommen.
Die echten intrathorakalen Schilddrüsendystophien erkennt man im CT anhand von einer festen Kapsel umgebenen Knoten, die durch frühe Verdrängungserscheinungen charakterisiert sind. (4, 27, 30, 78, 80, 81)

Besonders eindrucksvoll sind die Möglichkeiten einer computertomographosch exakten Diagnosestellung beim Nachweis von lipoiden Raumforderungen.
Die Lipome und Lipomatosen sind in der Regel Zufallsbefunde im Rahmen einer Routine-Röntgenaufnahme, wobei in den meisten Fällen ein Sitz im vorderen perikardialen Mediastinum überwiegt. Sie stellen meist asymmetrische, gut abgegrenzte Raumforderungen dar, die aufgrund ihrer weichen Konsistenz zu keiner Obstruktion, Kompression oder Verlagerung von mediastinalen Nachbarstrukturen führen und somit asymptomatisch bleiben.
Während diese Tumoren konventionell radiologisch auf den Thoraxaufnahmen meistens nur zu einer Verschattung in den eben beschriebenen Regionen führen,

gelingt computertomographisch eine genaue Darstellung der Raumforderung. Dabei ist eine Unterscheidung zwischen Perikardzyste und Fettgewebe sofort möglich, was besonders wichtig ist bei Fällen, wo abgekapselte Perikardergüsse das Vorhandensein eines soliden Tumors vortäuschen. Darüberhinaus kann anhand der Dichtemessung eine Dignitätsbeurteilung getroffen werden. Aufgrund der anatomischen Struktur -bindegewebige Kapsel, homogenes ungemischtes Fettgewebe- und den Densitätskoeffizienten, die deutlich im negativen Skalenbereich liegen, ist ein Lipom immer gut abzugrenzen. Dies gilt auch für das vordere Mediastinum, wo physiologischerweise Fett liegt. (7, 71, 80)

Durch die eindeutige computertomographische Diagnosestellung kann ein operatives Vorgehen in der Regel vermieden werden, da diese Raumforderungen gewöhnlich nicht therapiebedürftig sind, führen sie doch extraperikardial nicht zu Verdrängungs- oder Kompressionserscheinungen. Allen acht Patienten der eigenen Untersuchungsreihe mit benignen mediastinalen Lipomen konnte dank der computertomographischen Untersuchungen eine Operation erspart bleiben.

Fett enthaltende Mischtumoren wie z.B. Dermoidzysten oder Teratome weisen mit ca. -10 bis -30 HE höhere Dichtewerte als Lipome auf, entsprechend der heterogenen Gewebszusammensetzung.

Liegt im Mediastinum ein fetthaltiger Tumor mit inhomogener Dichtestruktur deutlich über der von normalem Fettgewebe, so besteht computertomographisch der dringende Verdacht auf Malignität.(69) Verlagerung der großen Gefäße, Einwachsen in die Organe des Mediastinums und fehlende Abgrenzbarkeit sind die Kennzeichen der Bösartigkeit dieser Geschwülste. Wie im einzigen Fall des eigenen Patientengutes (K.,E. 44/79/79) nehmen die äußerst malignen Liposarkome fast ausschließlich ihren Ursprung vom hinteren Mediastinum.(s.Abb.4) Computertomographisch kam ein ausgedehnter, fettreicher, inhomogener, den Ösophagus infiltrierender und in das vordere Mediastinum metastasierender Tumor zur Darstellung.

Abb.4: 51jährige Patientin (K.,E. 44/79/79) mit malignem, infiltrativ wachsendem, histologisch bestätigtem Liposarkom des hinteren Mediastinums

Differentialdiagnostisch kommen im hinteren Mediastinum die dort bevorzugt auftretenden neurogenen Tumoren in Betracht. Bei Kindern gehören sie zu den häufigsten malignen Raumforderungen überhaupt.

Konventionell radiologisch stellen sie meist eine kugelige, paravertebral gelegene Raumforderung dar. Verkalkungen sind beim Erwachsenen keine eindeutig verwertbare Hinweise auf die Tumorart, bei Kindern sind sie jedoch fast pathognomisch für ein Neuroblastom. (15, 36, 61)

Beim einzigen Fall der eigenen Untersuchungsreihe (K.,M. 534/80/80), einem 1jährigen Mädchen mit einem für diese Erkrankung durch Druck auf die Nervenwurzeln typischen Horner-Syndrom waren allerdings röntgenologisch keine Verkalkungen des Tumors auf der Thoraxaufnahme auszumachen, sondern man sah einen ovalen, glatt konturierten, 3:2 cm großen homogenen Tumor im hinteren Mediastinum. Die glatte Begrenzung ist eigentlich auch nicht typisch für das Vorliegen eines Neuroblastoms, sie würden eher für ein gutartiges Ganglioneurom sprechen.

Die Computertomographie erwies sich auch in diesem Fall als hilfreiche, sensitive, nichtinvasive Untersuchungsmethode mit einem hohen Gehalt an Zusatzinformationen, da Größe und Lokaöisation des Neuroblastoms mit ihr genauer als mit den herkömmlichen Methoden bestimmbar waren. Außerdem gelang es mit ihrer Hilfe, anhand der Densitätsmessung eine homogene Verkalkung innerhalb der Raumforderung nachzuweisen. Ferner konnten mit ihr die Foramina inter-

vertebralia, deren Erweiterung beim Einwachsen des neurogenen Tumors in den Spinalkanal beobachtet werden kann, beurteilt und dieser Befund ausgeschlossen werden. (27, 56, 63, 81) CT- und Operationsbefund stimmten auch in diesem Fall exakt überein.

Der Anteil der Ösophaguskarzinome an allen malignen Geschwülsten liegt zwischen 2 und 7%. Das Karzinom entsteht bevorzugt an den physiologischen Engen, im proximalen Drittel zu 15-20%, im mittleren Drittel zu 40-50% und im distalen Drittel ebenfalls zu 40-50%. Gegenüber den Plattenepithelkarzinomen, die mit einer Häufigkeit von 70-90% gefunden werden, sind die übrigen Malignomformen wesentlich seltener. Die Differenzierung der Tumoren nach ihrem Sitz im Ösophagus zeigt, daß lediglich das Adenokarzinom im unteren, cardianahen Ösophagusabschnitt relativ häufig vorkommt. Als Ursache für diese Besonderheit gelten muköse Drüsen der Ösophagusschleimhaut oder versprengte Magenschleimhautinseln. Makroskopisch kann man polypöse, die Lichtung stenosierende (ca. 60%), medulläre bzw. ulzeröse (ca. 25%) und zirkulär alle Wandschichten diffus infiltrierende szirrhöse Karzinome (ca. 15%) unterscheiden. Das Ösophaguskarzinom neigt zur kontinuierlichen Infiltration. Die enge Nachbarschaft zu Bronchien, Trachea, Herz und Lunge erleichtern das direkte Einwachsen in diese Strukturen (z.B. Ösophago-Tracheale Fisteln), welches sich mit Hilfe der konven-

tionellen Radiologie und der Endoskopie nur sehr begrenzt darstellen läßt.
Wegen der besseren Darstellbarkeit der Ösophagusschleimhaut im konventionellen Ösophagogramm mittels Breischluck wird das CT der Speiseröhre erst im Anschluß an diese durchgeführt mit dem Ziel, die Operabilität durch Festlegung der Tumorausdehnung in die paraösophagealen Strukturen und durch den Nachweis von Lymphknotenmetastasen abzuklären. (1, 12, 25, 29, 45, 62, 65)
Im Computertomogramm ist zumeist der normale, nicht tumorös vergrößerte Ösophagus in allen Abschnitten des hinteren Mediastinums ohne orale oder intravenöse Gabe von Kontrastmittel abgrenzbar. Dort ist er zum Teil als luftgefüllte Ringstruktur zu erkennen, wenn er von mediastinalem Fettgewebe umgeben ist. In der Regel schließt sich eine Aufnahmenserie nach Verabreichung eines oralen Kontrastmittels an, wodurch die Wanddicke des Ösophagus dargestellt werden kann. Bei medullären oder infiltrativ-zirkulär wachsenden, szirrhösen Karzinomen ist eine Durchmesservergrößerung des Ösophagus durch eine weichteildichte Raumforderung mit manchmal unscharfer Begrenzung zum periösophagealen Gewebe nachzuweisen. Bei polypös wachsenden Tumoren gelingt die Abgrenzung eines endoluminalen Tumoranteils. Als Zeichen der Passagestörung findet sich computertomographisch im Nativtomogramm ein vermehrter Luftgehalt im prästenotischen Ösophagus-

bereich. Diese Lumendilatation läßt sich nach Kontrastmittelgabe ebenfalls bestätigen. Perforierende Ösophagusläsionen verursachen kleinblasige mediastinale Gasansammlungen, sowie mehr oder weniger umschriebene Densitätsanstiege des mediastinalen Fett- und Bindegewebes als Ausdruck der reaktiven Mediastinitis. (12, 25, 27, 30, 44, 45, 78, 81) Beschränkt sich das Wachstum des Ösophaguskarzinoms wie in einem Fall des eigenen Untersuchungsgutes (F.,M.,74Jahre,248/81/81) nur auf die inneren Wandschichten der Speiseröhre, was zu keiner Verdickung derselben führt, kann sich der Tumor dem computertomographischen Nachweis entziehen und im CT-Bild einen normalen Ösophagus vortäuschen, während sich im Ösophagogramm und endoskopisch eindeutig eine fadenförmige Stenose des distalen Ösophagussegments mit erheblicher prästenotischer Dilatation zeigt. Das Ausmaß der Passagebehinderung ist im konventionellen Ösophagogramm besser darzustellen. Auch bei der Beurteilung der Stenosenlänge können sich Diskrepanzen zwischen Konventioneller Radiologie und CT ergeben. Wie bereits schon erwähnt besteht grundsätzlich die Tendenz, die longitudinale Ausbreitung des Tumors im Computertomogramm zu unterschätzen. Dies ist erklärlich, da die Darstellung der Ösophagusschleimhaut mit dem Ösophagogramm wesentlich genauer als mit der CT gelingt, weil mit dieser der Tumor erst aufgrund einer wesentlichen Wandverdickung erfaßbar ist. Eine Diagnostik früher Tumorstadien ist daher computertomographisch nicht mög-

lich. LACKNER et al. wiesen nach, daß bei 13 von 41 Patienten ihres Untersuchungsgutes (32%) mit Ösophaguskarzinom die longitudinale Ausbreitung des Tumors im Breischluck bis zu 6 cm größer war als im CT. Bei den 10 Patienten der eigenen Untersuchungsreihe gab es hinsichtlich derselben Fragestellung in zwei Fällen ebenfalls Differenzen von bis zu 4 cm Länge (M.,R. 592/81/81; M.,H. 56/80/80).

Zur Beurteilung der extraösophagealen Ausbreitung der Krankheit ist die CT heute die Methode der Wahl, da dieser Bereich der konventionellen Radiologie und der Endoskopie nicht zugänglich ist. Die Computertomographie als nichtinvasive Untersuchungsmethode ermöglicht ein so exaktes Tumorstaging, daß sich die risikoreichen Probethorakotomien, die nach MOERTEL eine hohe Letalität von 10-20% aufweisen, zur Abklärung der Operabilität des Ösophaguskarzinoms oftmals erübrigen. (11, 25, 49)
So wurde erst durch die computertomographische Untersuchung bei einem 53jährigen Patienten (M.,L. 773/81/81) mit Recurrensparese, Schluckbeschwerden und Hämoptoe, der zuvor im Ösophagogramm eine Stenose der Speiseröhre im oberen Drittel ohne Schleimhautalteration zeigte, eindeutig ein großer im Mediastinum und Hilus gelegener Tumor, der den Ösophagus miteinbezog und komprimierte, nachgewiesen.(s.Abb.5) Bei der Obduktion fand man ein Adenokarzinom, das von den Bronchien oder dem oberen Ösophagus ausgegangen war.

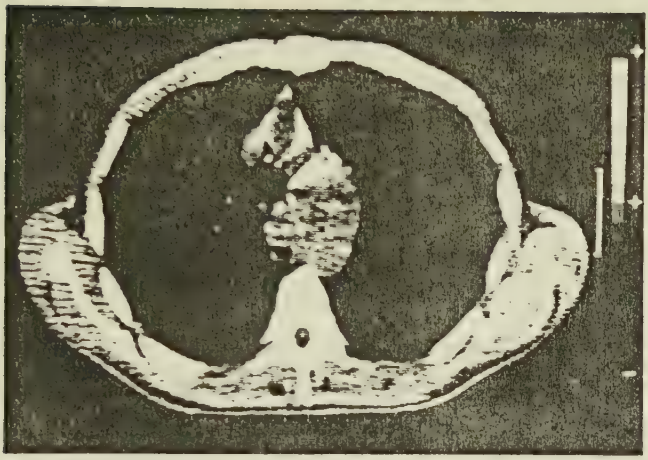

Abb.5: 53jähriger Patient (M.,L. 773/81/81) mit im Breischluck nachgewiesener Ösophagusstenose ohne Schleimhautalteration. Erst im CT Darstellung eines den Ösophagus kompri mierenden Tumors im hinteren Mediastinum (histol. Adenokarzinom)

Der computertomographische Nachweis einer mediastinalen Infiltration bedeutet in der Regel Inoperabilität. Ihr charakteristisches Kennzeichen ist eine schlechte Abgrenzbarkeit des Fettgewebes zwischen Ösophagus und benachbartem mediastinalem Gewebe. Mit Einschränkungen sind diese Angaben verwertbar bei kachektischen Patienten wegen des Mangels an physiologischerweise vorhandenem mediastinalem Fettgewebe und bei bereits am Ösophagus operierten Patienten, da bei diesen die im periösophagealen Gewebe resultierenden Narben zu Verzerrungen und Gewebsverdichtungen führen, die zu falsch positiven

Fehlinterpretationen Anlaß geben können. Bestrahlungen vor einer computertomographischen Untersuchung können ebenso zu derartigen Gewebsveränderungen führen, so daß eine zuverlässige Beurteilung nicht mehr möglich ist. (11, 25)

Die Ausdehnung des Tumors ist für die Prognose und die Therapie von entscheidender Bedeutung: nach FLEMMING et al. stehen Tumorgröße und Metastasierung in unmittelbarem Zusammenhang. Es wurde nachgewiesen, daß bei Tumoren unter 5,1 cm Ausdehnung in 50%, bei solchen über 5,1 cm Ausdehnung in 88% mit Metastasen zu rechnen ist. Lymphknotenvergrößerungen im Bereich zwischen Trachea und Ösophagus können zu Impressionen und Dislokation der Speiseröhre führen und bei der Ösophagoskopie oder im konventionellen Ösophagogramm eine Stenose mit vollständigem Erhalt der normalen Schleimhaut hervorrufen.

Die beim Ösophaguskarzinom häufig in den paraösophagealen, paratrachealen, zervikalen und Hilus-Lymphknoten auftretenden Metastasen lassen sich computertomographisch mit großer Zuverlässigkeit erfassen. Insgesamt hatte das Ösophaguskarzinom im eigenen Untersuchungsgut bei drei der zehn Patienten bereits lymphogen metastasiert, was in allen Fällen Inoperabilität bedeutete. Allgemein führt der computertomographische Nachweis vergrößerter regionärer Lymphknoten beim Ösophaguskarzinom in knapp der Hälfte der Fälle zu einer

höheren Stadieneinteilung als klinisch erwartet. Dies ist von besonderer Bedeutung für die individuelle Planung der Strahlentherapie bei inoperablen Patienten. (29, 45, 78) Die Darstellung volumenvermehrter, über 1 cm großer regionärer Lymphknoten spricht in der Regel für eine lymphogene Metastasierung. Dies war bei einem 56jährigen Patienten (B.,W. 24/79/79) mit einem hochsitzenden Ösophaguskarzinom der Fall, bei dem die Computertomographie zusätzlich zur konventionellen Radiologie und Endoskopie bereits im Nativscan einen im Durchmesser 3 cm große paratracheale, dorsal der Vena cava superior gelegene Lymphknotenmetastase zur Darstellung brachte.
Mit Hilfe der CT ist somit ein Direktnachweis mediastinaler Lymphknotenvergrößerungen der Bereiche möglich, die selbst durch invasive Methoden wie Azygographie oder Mediastinoskopie nicht erreichbar sind. Das trifft vor allem für die Lymphknotenvergrößerungen des Retrokruralraumes zu, auf die besonders zu achten ist. (Pat: P.,W. 660/81/81)
(11, 12, 25, 27, 30, 44, 45, 78, 81)

Zunehmende Bedeutung kommt der Computertomographie in letzter Zeit bei der Diagnostik intracavitär gelegener Herztumoren zu. Der häufigste der insgesamt seltenen Herztumoren ist das Myxom, eine gutartige Schleimgewebsgeschwulst, welche zu 75% im Vorhof vorkommt und ihren Ausgang vom Endokard nimmt. Das linksatriale Myxom führt zu einer Behin-

derung des Bluteinstroms in den linken Ventrikel und neigt zur Embolisierung. Die Symptomatik ähnelt dann stark der einer Mitralstenose. (8, 35, 38, 45, 62, 67) Weitaus seltener treten primäre Geschwülste wie Myome, Sarkome und Fibrome auf. Wegen der drohenden Komplikationen wie Thromboembolie, Arrhythmie und Dekompensation kommt der Diagnostik dieser Tumoren, die möglichst frühzeitig operativ entfernt werden sollten, eine besondere Bedeutung zu.
Die Computertomographie übertrifft an Aussagekraft nicht nur die konventionelle Thoraxaufnahme und Tomographie, mit denen in der Regel nur die Außenkonturen des Herzens beurteilt werden können, sondern sie tritt in Konkurrenz zu invasiven radiologischen Untersuchungsmethoden wie die Angiokardiographie. Aufgrund der computertomographischen Aufnahmezeit von 1-5 Sekunden pro Schicht gelingt es zwar nicht, ein von Bewegungsartefakten freies Tomogramm des Herzens zu erreichen, doch ermöglicht das CT eine vollständige, überlagerungsfreie Darstellung der Herzwände und -höhlen. Die Untersuchung des Herzens erfolgt nach intravenöser Kontrastmittelapplikation, da Blut und Muskulatur nativ nicht differenzierbar sind. Die intracavitären Raumforderungen sind wie in allen 7 Fällen des eigenen Untersuchungsgutes an der Kontrastmittelaussparung erkennbar, wobei differentialdiagnostisch nicht zwischen wandständigem Thrombus und Tumor unterschieden werden kann. (8, 30, 35, 38, 41, 45)

Größe und Lokalisation der Raumforderungen ließen sich in der eigenen Untersuchungsreihe computertomographisch mindestens genauso exakt bestimmen wie mit der Angiokardiographie oder der Echokardiographie. Der Vergleich mit der konventionellen Thoraxaufnahme fällt eindeutig zugunsten der Computertomographie aus, da selbst große, das gesamte Kavum einer Herzhöhle ausfüllende Tumoren auf der Röntgenaufnahme nicht zur Darstellung kommen wie z.B. im Fall eines 63jährigen Patienten (W.,H. 850/80/80), dessen Thoraxaufnahme ohne pathologischen Befund war, während sowohl echokardiographisch, angiokardiographisch als auch computertomographisch ein 8:5 cm großer Tumor des rechten Ventrikels nachgewiesen wurde.(s.Abb.6)
Darüberhinaus war es nur mit Hilfe der Computertomographie möglich, das wahre Ausmaß des Tumorwachstums, es handelte sich um ein Sarkom, zu bestimmen. Die Geschwulst hatte nämlich im CT-Bild noch die Aorta ascendens im Anfangsteil zangenförmig umgeben, wie später dann auch operativ bestätigt wurde.

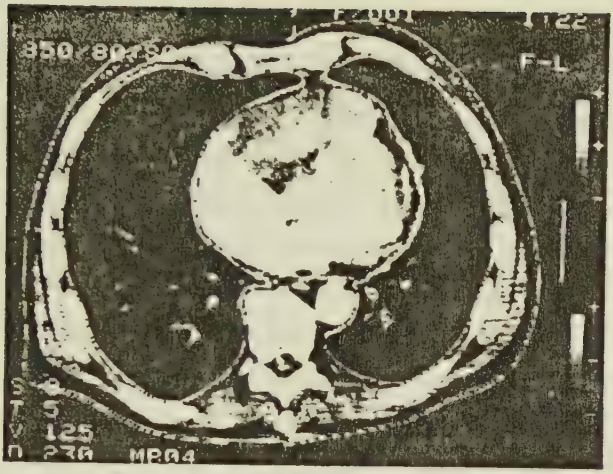

Abb.6: 63jähriger Patient (W.,H. 850/80/80) mit infiltrierend wachsendem Herzsarkom (operativ und histologisch bestätigt). Gute echokardio-, angiokardio- und computertomographische Darstellbarkeit. Thoraxübersichtsaufnahme ohne auffälligen Befund.

Ähnlich gelagert war ein anderer Fall, wobei es sich um ein großes Vorhofmyxom bei einer 54jährigen Frau (K.,E. 515/80/80) handelte, welches computertomographisch und echokardiographisch, nicht aber konventionell radiologisch zur Darstellung kam. Die Wertigkeit der Computertomographie beim Nachweis intracavitärer Raumforderungen wurden beim eigenen Untersuchungsgut eindrücklich bestätigt. Dabei ist die CT nicht als Ersatzmethode für andere Untersuchungstechniken zu verstehen, sondern sie bildet ein wichtiges, ergänzendes Glied in der

Untersuchungskette, denn die Echokardiographie und die Angiokardiographie sind nicht frei von Schwächen. Echokardiographisch kann die Differentialdiagnose zwischen intracavitären Tumoren und verkalkten Mitralklappenstenosen oder myxomatösen Degenerationen des hinteren Mitralsegels unter Umständen Schwierigkeiten bereiten, eine Fragestellung, die mit Hilfe der CT eindeutig beantwortet werden kann. Auf der anderen Seite kann mit der real-time-Echokardiographie die Beweglichkeit eines gestielten Tumors -Herzmyxome sind in den allermeisten Fällen gestielt- und dessen hämodynamische Bedeutung besser als mit der CT abgeschätzt werden. (8)
In einer Untersuchungsreihe von KÖHLER et al. gelang mittels der M-Mode-Echokardiographie lediglich bei 7 von 12 Patienten eine eindeutige Diagnose. Lag der Tumor in einem für die M-Mode-Echokardiographie schwer zugänglichen Abschnitt des Herzens wie z.B. im Spitzenbereich des linken Ventrikels oder im rechten Herzen, konnte bedingt durch Störechos eine eindeutige Diagnose unmöglich sein. Die zweidimensionale Echokardiographie führte in allen 10 durchgeführten Fällen zu einer richtigen Diagnose. Mit beiden echokardiographischen Verfahren konnten im Gegensatz zur Computertomographie bei den Patienten mit Vorhoftumoren auch bei diesen Autoren eine exakte Aussage über die Beweglichkeit der Mitral- bzw. Trikuspidalklappe gemacht werden. Die Ergebnisse scheinen die CT für eine zukünftige

Diagnostik der Herztumoren unentbehrlich zu machen. LACKNER et al. kamen sogar zu dem Schluß, daß bei den vier in ihrem Patientengut beobachteten Vorhofmyxomen eine Angiokardiographie dank der eindeutigen CT-Befunde überflüssig war. (40)

Zystische Tumoren des Mediastinums und Hilus lassen sich computertomographisch im allgemeinen besonders gut darstellen. Dank der Dichtemessung lassen sich oft ähnlich wie bei den lipoiden Raumforderungen exakte Aussagen über die Qualität der Tumoren machen, und eine weitere invasive Diagnostik kann in vielen Fällen vermieden werden. (60)
Die Perikardzysten und Epikardzysten bilden ungefähr ein Drittel der im Mediastinum vorkommenden Zysten. Sie sind teils angeboren auf eine embryonale Entwicklungsstörung zurückzuführen oder erworben, liegen gewöhnlich im rechten Herzzwerchfellwinkel und können eine unterschiedliche Größe erreichen. Sie verhalten sich in der Regel klinisch stumm und werden meistens als Zufallsbefunde entdeckt. (14, 22, 62)
Bis zur Einführung der Computertomographie blieb die radiologische Diagnose der Perikardzysten unsicher. Sie können konventionell radiologisch lediglich aufgrund einer Konfigurationsänderung des Herzschattens vermutet werden. Die Differentialdiagnose zwischen Perikardzyste bzw. -divertikel einerseits und einer soliden mediastinalen Raum-

forderung andererseits kann mit den herkömmlichen Röntgenmethoden unmöglich sein. Form- und Größenvariation bei Lagewechsel bzw. In- und Exspiration können nur bedingt zur Abgrenzung gegenüber einem solchen Tumor herangezogen werden. Konventionell radiologisch gelingt eine eindeutige Darstellung nur durch Eingeben von Luft und Kontrastmittel in die Zyste nach vorhergehendem Ablassen ihres Inhalts, was jedoch eine invasive und relativ aufwendige Methode bedeutet.

Die Computertomographie trägt bei der Diagnostik der Peri- und Epikardzysten in hohem Maße bei und kann unnötige Thorakotomien verhindern.

Ein typisches Beispiel hierfür ist der Fall eines Patienten (H.,H. 28/79/79), bei dem sich konventionell radiologisch ein gut faustgroßer, glatt begrenzter Tumor im mittleren Mediastinum -differentialdiagnostisch wurde an ein Thymom, Teratom oder an einen Lymphknotentumor gedacht- zeigte. Die CT ließ jedoch wie später auch operativ bestätigt anhand des sehr großen Dichtesprungs zwischen Zyste und perikardialem Fettgewebe eine Perikardzyste erkennen.

Die Perikardzysten stellen sich computertomographisch glatt und scharf berandet dar. Herz, Zwerchfell und Sternum prägen ihre Form. Gegen das weiche und lufthaltige Lungengewebe erscheinen sie kugelig abgerundet. Die dünnwandigen Zysten können vom epikardialen Fettgewebe aufgrund der Dichtemessung

differenziert werden, da hierbei ein großer Dichtesprung nachzuweisen ist. Wenig epikardiales Fettgewebe reicht dabei schon aus. Die Absorptionswerte des Zysteninhalts ergeben im allgemeinen Werte, die denen seröser Flüssigkeiten entspricht, und liegen somit zwischen 5 und 30 HE, wobei wegen der Homogenität des Zysteninhalts nur geringe Abweichungen gemessen werden. Aufgrund der Dichtemessung ist wegen der großen Differenzen auch eine Unterscheidung zwischen flüssigkeitsgefüllter Zyste und einem Lipom möglich. (22, 36, 41, 45, 59, 80, 81)
Enthält die Zyste jedoch einen stark eingedickten oder gar verkalkten Inhalt, wie es bei zwei weiteren Patienten der eigenen Untersuchungsreihe der Fall war, kann auch computertomographisch keine eindeutige Diagnose der Raumforderung gestellt werden. Beim ersten Fall (R.,E. 1093/80/80) wies eine Patientin konventionell radiologisch eine glattrandige, glatt nach lateral abgegrenzte Vorwölbung des rechten Herzrandes auf. Echokardiographie und Angiokardiographie blieben ohne pathologischen Befund. Computertomographisch fand sich lateral und ventral des rechten Vorhofs, sich der Herzwand anschmiegend eine 4:1,5 cm messende, weichteildichte Verschattung, die höhere Absorptionswerte als Fett aufwies. Die Dichte entsprach der von Muskelgewebe. Es bestand eine gute Abgrenzung zum rechten Herzen und zur Pleura. Eine zystische Struktur der Raumforderung konnte nicht erkannt werden, die im wesentlichen

glatte Begrenzung sprach gegen das Vorliegen eines bösartigen Tumors. Da keine operative Abklärung des Prozesses erfolgte, lautete die klinische Abschlußdiagnose "Perikardzyste oder Hämatom".
Differentialdiagnostische Schwierigkeiten bereitete auch der computertomographische Befund eines Patienten (K.,E. 192/79/79) mit operativ nachgewiesener Epikardzyste, in die es häufig hineingeblutet hatte. Konventionell radiologisch fand sich bei ihm eine unklare, nach rechts ausladende Herzstruktur, deren Ätiologie auch durch eine Herzsonde und durch echokardiographische Untersuchungen nicht abzuklären war. Unter gleichzeitiger Kontrastmittelgabe zeigte sich im CT eine parakardiale, das Herz nach links abdrängende, 9:9 cm messende abgekapselte Rundverschattung, die sich vom Herzen eindeutig abhob. Da computertomographisch keine Gewebsdiagnose möglich war, wurde wegen des densitometrisch nachgewiesenen Kalkgehaltes der Raumforderung der Verdacht auf ein Teratom geäußert.

Differentialdiagnostisch muß bei Mediastinalzysten auch an eine Lymphangiomzyste gedacht werden, welche jedoch im Gegensatz zu den Perikardzysten multilokulär auftritt. Im CT zeigen die Lymphangiomzysten die Kriterien einer wassergefüllten Raumforderung und lassen sich immer gut gegen die übrigen Mediastinalstrukturen abgrenzen. (80,81)
Im eigenen Untersuchungsgut (Pat. S.,H-G. 508/80/80)

handelte es sich um eine kindskopfgroße Zyste im vorderen Mediastinum, die wegen ihrer Größe operativ entfernt wurde. Konventionell radiologisch konnte man eine homogene Verschattung des vorderen Mediastinums erkennen. Die Computertomographie ließ eine Zyste mit Dichtewerten von 10 HE mit exakter Lokalisation und Abgrenzung gegen die übrigen Mediastinalstrukturen erkennen.

Die auf eine Entwicklungsstörung des embryonalen Respirationstraktes zurückgehenden Bronchialzysten kommen entlang des Trachealbaumes, meist jedoch unmittelbar hinter der Karina vor. Sie geben sich konventionell radiologisch im allgemeinen als rundliche Raumforderungen in Projektion auf die Lungenhili oder das Mediastinum. Dabei können über ihre Ätiologie in der Regel keine näheren Angaben gemacht werden. Im CT erkennt man glatt begrenzte Zysten, deren Dichtewerte in Abhängigkeit vom Zysteninhalt schwanken, jedoch immer über denen von Wasser liegen. (45, 56, 65, 81)
Wie die beiden einzigen Fälle des eigenen Untersuchungsgutes beweisen, ist es nicht immer möglich, eine bronchogene Zyste computertomographisch im Leerscan als solche zu identifizieren. Wenn der Zysteninhalt ähnlich wie bei den Perikardzysten nicht serös ist, sondern eine erhöhte Viskosität aufweist, liegen die Absorptionswerte in der Nähe derer von Bindegewebe, wodurch die Zyste computertomographisch von einem soliden Tumor nicht zu

differenzieren ist, jedoch bringt hier eine Kontrastmittelinjektion Klärung, da sie nicht zu einer Änderung des Absorptionsverhaltens führt und außerdem die Raumforderung als nicht zum Gefäßsystem gehörend erkennen läßt. Dies war bei einem Patienten wichtig (W.,L. 57/80/80), bei dem konventionell radiologisch ein dem Aortenbogen aufsitzender, glatt begrenzter, walnußgroßer Rundschatten beschrieben und als Aortenaneurysma fehlinterpretiert wurde. Computertomographisch erfolgte der Aneurysmaausschluß, und es wurde ein der Aorta aufsitzender, 2 cm großer, relativ glatt begrenzter, inhomogener Tumor, der eine verzögerte Kontrastmittelanhebung aufwies, dargestellt. Operativ wurde eine gut ausschälbare hühnereigroße, dünnwandige bronchogene Zyste im Mediastinum der Aorta descendens und dem oberen Hilus anliegend, entfernt.

Die malignen Lymphome und metastatischen Lymphknotenvergrößerungen im Mediastinum und Hilusbereich stellen eine wichtige und große Gruppe der computertomographisch untersuchten Tumoren dar.
Beim Mediastinumbefall durch ein malignes Lymphom überwiegt in der Regel der M.Hodgkin vor den Non-Hodgkin-Lymphomen (im eigenen Untersuchungsgut jedoch 19 M.Hodgkin-, 18 Non-Hodgkin-Lymphome). Nach EDER sind zum Zeitpunkt des Todes bei Hodgkin-Patienten 52% der zervikalen, 49% der axillären, 90% der retroperitonealen, 47% der inguinalen und

68% der mediastinalen Lymphknoten befallen.
Geht man davon aus, daß in der Mehrzahl die Ausbreitung dieser Krankheit von zervikal nach mediastinal und von dort zu den paraaortalen und intraabdominellen Lymphknoten erfolgt, wird deutlich, wie wichtig der Nachweis oder der Ausschluß des Lymphknotenbefalls der mediastinalen Lymphknotenstationen für Staging, Therapie und Prognose des Tumorleidens ist.
Hauptmanifestationsort im Thorax ist für die Lymphogranulomatose das vordere Mediastinum. Lymphknotenvergrößerungen in diesem Raum sprechen am ehesten für das Vorliegen eines M.Hodgkin. Dabei können die Lymphknotenpakete zwischen Linsen- und Kindskopfgröße schwanken. Manchmal kann der Thymus betroffen sein, was dann zu einem zystischen Thymuslymphom führt. (14, 67, 81, 83)

Metastatischer Befall der Mediastinum- und Hiluslymphknoten ist vor allem beim Bronchialkarzinom zu erwarten. Im Spätstadium sind bei diesem ca. 8o% der mediastinalen und hilären Lymphknoten befallen. Wegen der Verbindungen zwischen den einzelnen Lymphknotenketten ist ein asymmetrisches kontralaterales Übergreifen von einer Seite auf die andere möglich.
Besondere Beachtung verdient der Retrokruralraum im hinteren Mediastinum. Die dort liegenden Lymphonoduli mediastinales posteriores inferiores stellen eine wichtige Lokalisation für die Metastasierung

von Tumoren des Thorax, aber auch des Abdomens dar. (16, 30, 31, 67, 80)

Gerade beim Nachweis von Lymphknotenvergrößerungen des Mediastinums und der Hili ergeben sich große Diskrepanzen zwischen konventioneller Radiologie und Computertomographie, da eine umschriebene mediastinale Lymphknotenvergrößerung konventionell radiologisch auf den Thoraxaufnahmen und Tomogrammen erst ab einer Größe von 2 cm erkennbar ist, wenn sie randständig gelegen zu einer Vorwölbung der Mediastinalkontur führt oder frei von Überlagerungen durch mediastinale Gefäße und Herzanteile zur Abbildung gelangt. Im Hilusbereich gelingt mittels der konventionellen Tomographie bereits bei wesentlich kleineren Raumforderungen eine exakte Darstellung, was auf das gute räumliche Auflösungsvermögen der traditionellen Methode zurüchzuführen ist.
Mit der Einführung der Computertomographie sind so invasive Untersuchungsmethoden wie Azygographie und Pneumomediastinum zum Nachweis von Lymphknotenvergrößerungen entbehrlich geworden, da sie keine über die Aussagen der CT hinausgehende Informationen liefern. (31, 45, 72, 81)
Das Auflösungsvermögen für die computertomographische Darstellung von Lymphknoten liegt bei 5 bis 10 mm, allerdings nur unter optimalen Voraussetzungen. Am günstigsten sind die Abbildungsbedingungen vor einer homogenen, niedrigen Hintergrundsdichte wie z.B. im Hiatus diaphragmatis zwischen Diaphrag-

ma, Aorta und Wirbelsäule, und wenn ausreichend interponiertes Fettgewebe vorhanden ist. Gut nachweisbar sind Lymphknoten außerdem, wenn sie paratracheal, periösophageal, retrosternal oder paravertebral liegen. In Zweifelsfällen ist die Injektion eines Kontrastmittels erforderlich, wenn die Differenzierung zwischen Lymphknoten und Gefäßlumen schwerfällt. Dies ist oft im Bereich der unübersichtlichen Lungenhili nötig, wo die austretenden Blutgefäße von den bronchopulmonalen Lymphknoten manchmal kaum zu unterscheiden sind. Der Kontrastmittelinjektion folgt ein steiler Dichteanstieg im Gefäß, während die Dichte der Lymphknoten nahezu konstant bei ca. 30-50 HE bleibt. Außerdem kann aus der Folge der Schichtbilder der Gefäßverlauf rekonstruiert werden und so eine Abgrenzung gegenüber den rundlichen Lymphknoten erlauben. (2, 31, 34, 42, 45, 52, 53, 80, 81)

Mit Hilfe der Computertomographie ist es jedoch leider nicht möglich, bei solitären Lymphknotenvergrößerungen zu differenzieren, ob es sich um eine tumoröse Veränderung im Rahmen einer malignen primären Lymphknotenneoplasie, um eine lymphogene Metastasierung eines malignen Primärtumors oder um eine Vergrößerung auf dem Boden einer spezifischen oder unspezifischen Entzündung handelt, da sich in allen Fällen eine homogene Gewebsdichte des Lymphknotens zeigt. Das computertomographische Kriterium für einen tumorösen Lymphknotenbefall

ist daher ausschließlich die Lymphknotengröße. Über 1-1,5 cm messende intrathorakal gelegene Lymphknoten sind höchst verdächtig auf eine lymphogene Metastasierung. Bei bekannten malignen Lymphomen und bei Konglomerattumoren fällt die Entscheidung leichter, da bei infiltrativem Wachstum und unscharfer Begrenzung ein Überschreiten der Lymphknotenkapsel durch den Tumor angenommen werden muß. Dabei kann jedoch die Unterscheidung zwischen Lymphom und solidem primären Mediastinaltumor anderer Genese aufgrund morphologischer Kriterien unmöglich sein. Differentialdiagnostisch fällt die Abgrenzung der Lymphome gegenüber lipomatösen Raumforderungen wegen der eindeutigen Absorptionswerte leicht. (25, 42, 45, 68, 80)

Völlig neue Möglichkeiten ergeben sich dank der Computertomographie beim Nachweis der Lymphknotenvergrößerungen im Bereich des Retrokruralraumes. Die hier vorkommenden, proximal der Cysterna chyli gelegenen und somit der normalen bipedalen Lymphographie kaum zugänglichen Lymphonoduli mediastinales inferiores dorsales sind auf den konventionellen Thorax- und Abdomenübersichtsaufnahmen und Tomogrammen erst erkennbar, wenn sie zu einer großen Raumforderung mit deutlichen Verdrängungserscheinungen des Zwerchfells geführt haben. Auch mit der Sonographie lassen sich häufig durch die Luftüberlagerungen der Lungenrecessus und der Darmschlingen keine diagnostisch verwertbaren Aussagen

treffen. Die Computertomographie kann im Retrokruralraum Lymphknoten ab einer Größe von 5-6 mm nachweisen, die differentialdiagnostisch nur von einer gestauten V.azygos abzugrenzen sind. (21, 31)
Die Lymphknotenvergrößerungen sind computertomographisch an der Anhebung der Zwerchfellschenkel von der Wirbelsäule und der Gewbsverdichtung zwischen Zwerchfell und Wirbelkörper nachweisbar. Eine Täuschungsmöglichkeit besteht durch die Fehlinterpretation des physiologisch stärker ausgeprägten rechten Zwerchfellschenkels als Lymphom, was jedoch durch die Beurteilung der benachbarten kranialen und kaudalen Schichtbilder vermieden werden kann. (53)
Zur Veranschaulichung der Überlegenheit der Computertomographie in diesem Mediastinalbereich seien zwei Beispiele aus der eigenen Untersuchungsreihe angeführt. Bei einem 49jährigen Patienten (G.,J. 646/80/81, Abb.7) mit einem Non-Hodgkin-Lymphom täuschten Thoraxaufnahme und Hiluszonogramm einen normalen Befund vor. Erst computertomographisch gelang der Nachweis erheblicher Lymphknotenvergrößerungen im Retrokruralraum, die die größeren Gefäßstämme ganz umgaben und schwer abzugrenzen waren.

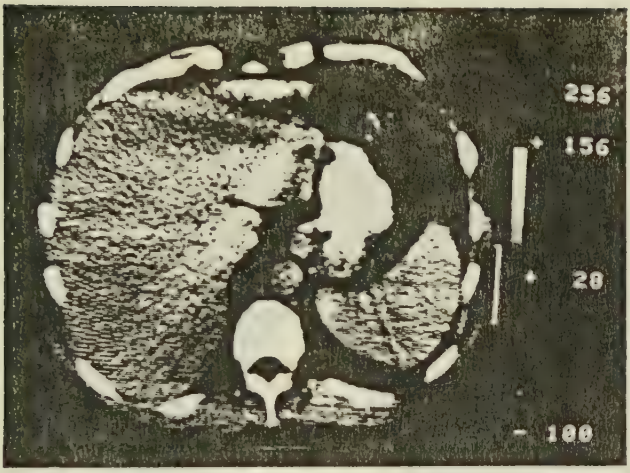

Abb.7: 49jähriger Mann (G.,J. 646/80/81) mit histol. gesichertem Non-Hodgkin-Lymphom. Retrokrural deutlich vergrößerte Lymphknoten, die die größeren Gefäßstämme ganz umgeben. Thoraxaufnahme in zwei Ebenen ohne pathologischen Befund.

Der zweite Patient (L.,A. 82 Jahre, 197/80/80, Abb.8) bot das klinische Bild einer Paraparese bei Verdacht auf eine intraspinale Metastase bei unbekanntem Primärtumor. Die Myelographie zeigte einen Kontrastmittelstop in Höhe der Unterkante des 9. Brustwirbelkörpers. Die Computertomographie stellte außer einer intraspinalen Raumforderung mit Verdrängung des Rückenmarkes einen paravertebralen Tumor dar, der die Wirbelsäule und die Aorta descendens im dorsalen Anteil umscheidete. Operativ bestätigte sich dieser Befund. Es handelte sich um einen dif-

ferenzierten Lymphozytentumor, wahrscheinlich im Sinne einer chronisch lymphatischen Leukämie.

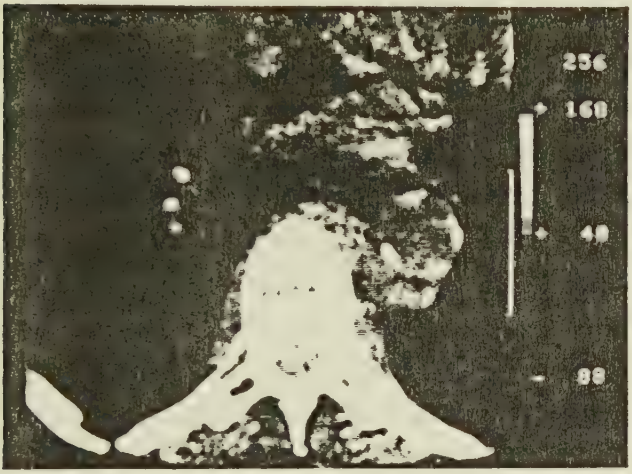

Abb.8: 82jähriger Patient (L.,A. 197/80/80) mit Paraparese. Myelographie: KM-Stop bei BWK9 Das CT zeigt außerdem einen paravertebral gelegenen Tumor (histol. wahrscheinlich CLL), die Aorta descendens und die Wirbelsäule umscheidend.

Die Computertomographie ist immer dann den traditionellen radiologischen Untersuchungsmethoden überlegen, wenn die Lymphome und Lymphknotenvergrößerungen nicht zu einer Mediastinalverbreiterung geführt haben und von Sternum, den großen Gefäßen, Herz, Trachea und Ösophagus verdeckt werden. Dabei sind auch die Lymphknotenstationen beurteilbar, die mediastinoskopisch nicht oder nur bei erhöhtem Untersuchungsrisiko erfaßbar sind. Daraus ergibt sich die Bedeutung der CT für das weitere thera-

peutische Vorgehen (kurativ-operativ, zytostatisch, strahlentherapeutisch). Wesentliche Zusatzinformationen ergeben sich gerade für die Planung der Strahlentherapie, da die räumliche Ausdehnung der Lymphome wesentlich exakter beurteilt werden kann als mit der herkömmlichen Radiologie, besonders im Bereich des Hiatus diaphragmatis, dem Übergang zwischen thorakalem und abdominalem Bestrahlungsfeld. (32, 41, 42, 72) Mit Hilfe der Computertomographie lassen sich so die Feldgrößen den individuellen Gegebenheiten genauer anpassen. Die computertomographische Unterscheidung posttherapeutischer Restzustände von metastatisch oder durch ein malignes Lymphom befallenen Lymphknoten von regressiv entzündlichen bzw. narbigen Veränderungen kann sich bei einmaliger Untersuchung als schwierig erweisen, wird aber bei einer Verlaufskontrolle erleichtert.(78)

Die eigenen Untersuchungsergebnisse decken sich weitgehend mit denen anderer Autoren. Mit Hilfe der CT gelangen CROWE et al. bei einer Untersuchungsreihe in 30% der Nachweis von metastatischen Lymphknotenvergrößerungen, die konventionell radiologisch verborgen geblieben waren. LACKNER et al. schreiben zu demselben Thema, daß von 46 Patienten mit histologisch gesicherten mediastinalen Lymphknotenmetastasen in 45% mediastinale Lymphknotenvergrößerungen nachgewiesen wurden, die aufgrund der konventionellen Aufnahmen nicht vermutet wurden. Dies galt in besonderem Maße für die Lymphonoduli

mediastinales inferiores. In allen Fällen, in denen konventionell radiologisch bereits mediastinale Lymphknotenvergrößerungen erkennbar waren, ergaben die Computertomogramme der entsprechenden Region ebenfalls den Nachweis der Lymphknotenvergrößerungen, wobei die Größen- und Lagebestimmung computertomographisch exakter möglich war als auf den traditionellen Röntgenaufnahmen. (10, 39, 41)
Zwei Jahre später wies derselbe Autor bei der Beschreibung der Stadieneinteilung primärer Lymphknotenneoplasien nach, daß die CT in 41% der untersuchten Fälle klinisch wesentliche Zusatzinformationen lieferte.(42)
Die Zuverlässigkeit des computertomographischen Nachweises von Lymphknotenvergrößerungen hängt in starkem Maße ab von der Lokalisation der Raumforderung. Dabei erweist sich die CT bei der Darstellung der paratrachealen, retrosternalen, periösophagealen, paravertebralen und im Bereich des Hiatus diaphragmatis gelegenen Lymphknotenvergrößerungen als sehr zuverlässig wie auch die eigenen Untersuchungen beweisen. (10, 52)
Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu Untersuchungen von MOAK et al., die die Computertomographie beim Nachweis mediastinaler Lymphknoten nicht nützlicher als die Standard-Radiologie einstufen. Die Sicherheit der CT und der konventionellen Radiologie lag bei diesen Autoren vielmehr bei je 60%. Die computertomographischen Untersuchungen wurden allerdings mit einem Scanner älteren Bau-

jahres durchgeführt, was sicherlich nicht ohne negativen Einfluß auf die Untersuchungsergebnisse blieb.

Der Befall der Hiluslymphknoten entzieht sich nach MÜLLER et al. in einem relativ hohen Prozentsatz der computertomographischen Darstellung. Sie konnten zeigen, daß hier die Hilusfilterschichten nach ihrer Meinung eindeutig im Vorteil sind. Bei Patienten mit Bronchialkarzinom kam in ihrem Untersuchungsgut die Computertomographie in 13 von 52 (25%) Fällen in dieser Region zu einem falsch negativen Befund, während dies die konventionelle Tomographie in nur 11,5% tat. Es gibt jedoch auch eine Studie von SONES et al., die zu ganz konträren Ergebnissen gelangt. Im eigenen Untersuchungsgut blieb in zwei Fällen -ein Patient mit malignem Lymphom, ein Patient mit metastasierendem Bronchialkarzinom- computertomographisch der Nachweis von kleineren tumorösen Hiluslymphknotenvergrößerungen aus. Auf die Problematik bei der Darstellung der Hilusraumforderungen wird bei der Diskussion über das zentrale Bronchialkarzinom noch einmal eingegangen.
VOCK et al. und OSBORNE et al. beobachteten eine relativ hohe Quote falsch-positiver CT-Befunde von 15-20% infolge unspezifischer Lymphknotenvergrößerungen, was wohl kaum zu vermeiden ist, denn Lymphknotenvergrößerungen bedeuten wie bereits erläutert nicht immer Tumorbrfall, und tumorös

infiltrierte Lymphknoten sind nicht immer auch gleichzeitig vergrößert. Diese Tatsache scheint der Computertomographie und der konventionellen Radiologie mit Ausnahme der Lymphographie, bei der bekanntlich anhand der Speicherdefekte auch bei normal großen Lymphknoten ein tumoröser Befall dieser Strukturen diagnostiziert werden kann, die Grenzen ihrer differentialdiagnostischen Aussagekraft aufzuzeigen.

Dennoch fordert LACKNER, daß in der Frage nach mediastinalen Lymphknotenvergrößerungen nach der Thoraxübersichtsaufnahme auch bei negativem Befund des konventionellen Tomogramms ein CT des Mediastinums vor der invasiven Mediastinoskopie durchgeführt werden sollte, da die Cmputertomographie von allen nichtinvasiven Abbildungsverfahren die höchste Nachweisrate mediastinaler Lymphknotenvergrößerungen hat und die konventionellen radiologischen Untersuchungsergebnisse ergänzt. Außerdem kann für die Mediastinoskopie aufgrund der CT-Befunde ein zielgerichtetes Vorgehen erleichtert werden.(45)

In einem Fall des eigenen Untersuchungsgutes (Pat. M.,A. 1075/80/80) hätte die Mediastinoskopie, die bei digitaler Austastung negativ war, sinnvollerweise erst nach der computertomographischen Untersuchung, die neben zum Teil verkalkten und als Metastasen gedeutete Lymphknotenvergrößerungen eine im vorderen, ventralen Mediastinum der Aorta aufsit-

zende, kalkdichte Fleckschatten enthaltende Weichteilverdichtung nachwies, erfolgen sollen. Daneben kam wie auch konventionell radiologisch ein großer Tumor im rechten Lungenoberfeld zur Darstellung. Operativ wurde neben der Extirpation eines großzelligen Bronchialkarzinoms aus dem Oberlappen ein Mediastinaltumor, dessen Größe (6:2:3 cm), Kalkgehalt und Lokalisation exakt mit dem CT-Befund übereinstimmte, entfernt. Dieser Tumor wurde wegen seines andersartigen Gewebes -histologisch war wegen massiver Nekrosen keine Differenzierung möglich- als Zweitkarzinom deutlich geringeren Malignitätsgrades angesehen.

Das Bronchialkarzinom ist mit 25% aller Karzinome nach dem Magenkrebs der zweithäufigste maligne Tumor des Menschen. Der in 70% der Fälle hilusnahe Sitz des Bronchialkrebses beschleunigt die Ausbreitung des Tumors durch kontinuierliches Vorwachsen in die Lungenhili und durch die diskontinuierliche Metastasierung in die dort befindlichen regionären Lymphknoten. Von dort erfolgt die Ausbreitung in die bronchopulmonalen, paratrachealen und mediastinalen Lymphknoten. Bei Einbruch ins Mediastinum drohen Infiltration des Perikards, Ummauerung der großen mediastinalen Gefäße und Nerven und Einbruch in den Ösophagus.
Das Bronchialkarzinom verhält sich klinisch primär stumm. Da es bis heute keine Möglichkeiten

der Früherkennung gibt, sind bei Diagnosestellung nur noch 19% der Karzinome lokalisiert, 31% der Patienten weisen regionale, 50% Fernmetastasen auf. Eine radikale operative Tumorresektion mit Lobektomie oder Pneumektomie ist nur bei etwa einem Drittel der Patienten möglich und ist unter anderem abhängig vom histologischen Typ des Tumors. Als Kontraindikation für eine Operation gelten in der Regel Trachea- und Bifurkationseinbruch, Einbruch in den Ösophagus, Stenosierung der A.pulmonalis, Befall der kontralateralen paratrachealen Lymphknoten und Kompression der Vena cava. (13, 26, 31, 45, 51, 52, 57, 62, 65, 67, 73)
Ziel der Radiologie bei Patienten mit zentralem Bronchialkarzinom ist unter anderem das Tumorstaging zur Planung der individuell bestmöglichen Therapieform. Ferner kann mit Hilfe eines exakten Tumorstagings dem inoperablen Patienten bei reduzierter Lungenfunktion das Risiko einer Probethorakotomie erspart werden. Anhand der eigenen Ergebnisse und der anderer Autoren soll erläutert werden, was die Computertomographie zur Beurteilung der Operabilität des Tumors beiträgt.

Computertomographisch erkennt man beim zentralen Bronchialkarzinom meistens einen Tumor, der sich vom homogenen Lungengewebe abhebt, durch sein infiltratives Wachstum die allgemeinen Kriterien der Malignität zeigt und manchmal zu einer Mediastinalverlagerung führt. Je nach Obstruktionsgrad der Bronchien können Teil- oder Totalatelektasen

der Lungen nachgewiesen werden. Die Differentialdiagnose von hilären Raumforderungen zur Pulmonalisektasie stellt bekanntlich ein Problem in der konventionellen Radiologie dar. Die Abgrenzung des Tumors und seiner regionären Metastasen im Hilusbereich gegenüber diesen Gefäßen wird computertomographisch durch intravenöse Gabe eines Kontrastmittels erleichtert.

Die Wertigkeit der Computertomographie im Vergleich mit der konventionellen Radiologie hängt retrospektiv betrachtet vom Tumorstadium ab. Bei der Durchuntersuchung der Patienten vor der Operation gibt es keine exaktere Gesamtbeurteilung (Nachweis des Primärtumors einschließlich der Mediastinalinfiltration und Metastasierung) als durch das Computertomogramm.

Der Nachweis der hilären Raumforderung gelingt, wie die eigenen Untersuchungen und die anderer Autoren beweisen, mittels Thoraxübersichtsaufnahme und traditioneller Tomographie mindestens genauso zuverlässig wie mit der CT. Das räumliche Auflösungsvermögen der konventionellen Radiologie ist dabei größer als das der CT. Die konventionelle Tomographie bleibt daher nach Aussage vieler Autoren in den meisten Fällen die Methode der Wahl für die Beurteilung des Hilus. (28, 41, 45)

Bei Beobachtung der eigenen Untersuchungsergebnisse muß konstatiert werden, daß die konventionelle Tomographie bei 8 von 14 Patienten Zusatzinforma-

tionen hinsichtlich der Darstellung des Befalls und des Obstruktionsgrades der einzelnen Bronchien erbrachte. Ob in der Zukunft im Gefolge der technischen Verbesserungen der CT-Scanner in dieser Fragestellung auch Verbesserungen hinsichtlich der computertomographischen Diagnostik zu erzielen sind, bleibt abzuwarten. SONES et al. wiesen in einer neueren Untersuchung immerhin nach, daß in 4 Fällen das Computertomogramm einen Hilustumor zeigte, der zuvor konventionell radiologisch nicht gesehen worden war.

Nach VOCK und FUCHS wird das Tumorstadium bei zentralem Bronchialkarzinom in 90% computertomographisch richtig erfaßt, so daß im allgemeinen beim CT-Stadium TO-T2 die lokale Operabilität gegeben ist. Beträgt der Abstand des Tumors zur Carina weniger als 2 cm, so ist das Karzinom in der Regel inoperabel. In 10% werden bei dieser Problemstellung computertomographisch falsch negative Aussagen getroffen, die Rate der falsch negativen Befunde liegt konventionell radiologisch allerdings bei diesem Kriterium noch höher. Durch die präoperativ routinemäßig durchgeführte Bronchoskopie lassen sich diese unklaren Befunde jedoch im allgemeinen korrigieren. (52)

Die Bronchoskopie kann aber auch wie in drei Fällen der eigenen Untersuchung negativ ausfallen, wenn das Karzinom noch zu keiner sichtbaren Einengung des zentralen Bronchialsystems geführt hat.

Hinsichtlich der Bestimmung der Tumorgröße ergeben sich ebenfalls Differenzen zwischen konventioneller Radiologie und Computertomographie. Durch die bessere Darstellung der medialen Konturen der Raumforderung wird ihre Größe durch die CT exakter bestimmt. MÜLLER et al. fanden heraus, daß bei 112 Patienten der Tumor siebenmal radiologisch und viermal computertomographisch als zu klein beurteilt wurde, wenn der Durchmesser kleiner als 3 cm war.

Bei der Erkennung höherer Tumorstadien ist durch die Computertomographie eine deutliche Verbesserung der Diagnostik erzielt worden. Der Einbruch des Bronchialkarzinoms in das Mediastinum und seine Infiltration in die dort gelegenen Strukturen wie Perikard oder Aorta lassen sich konventionell radiologisch allenfalls vermuten, werden computertomographisch jedoch sehr zuverlässig erfaßt. Die Operabilitätsbeurteilung richtet sich unter anderem danach, inwieweit das zentrale Bronchialkarzinom in mediastinale und hiläre Lymphknoten metastasiert hat. OSBORNE et al. hatten in einer Untersuchung diesem Thema besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Bei ihnen ergaben die Computertomogramme ähnlich wie bei den eigenen Untersuchungsergebnissen eine sehr hohe Nachweisrate mediastinaler Lymphknotenvergrößerungen im Gegensatz zur konventionellen Radiologie. Allerdings lag die Quote der falsch positiven Befunde bei OSBORNE et al. mit 37% auch

wesentlich höher als bei den traditionellen Methoden. Bei den eigenen Untersuchungen war dies bei 3 von 21 Patienten der Fall. Dies ist ein Beweis dafür, daß computertomographisch über die Dignität einer Lymphknotenvergrößerung letztlich keine verbindliche Aussage getroffen werden kann, insbesondere dann, wenn es nur zu einer geringen Vergrößerung derselben gekommen ist. Zur Veranschaulichung der Aussagefähigkeit der Computertomographie beim Nachweis einer Mediastinalbeteiligung seien wiederum einige Beispiele aufgeführt:

Fall1: 53jähriger Patient (K.,E. 770/81/81)

Rö-Thorax: Tumor linker Hilus, keine Mediastinalverbreiterung

Mediastinoskopie: keine verdächtigen Lymphknoten im Bereich der Bifurkation und im linken Tracheobronchialwinkel

CT: Tumorverdichtung, beginnend unterhalb des Aortenbogens, nach links kaudal bis zum Hilus reichend, Aorta ummauert

Histologie: Kleinzelliges Bronchialkarzinom

Fall2: 48jährige Patientin (N.,A. 718/81/81)

Rö-Thorax: Verziehung des Mediastinums nach rechts

Hilustomogramm: Verschattung untere Hilushälfte

CT: ausgedehnter Hilustumor, ausgedehnte

Metastasierung ins dorsale Mediastinum
in Hilushöhe

Histologie: Kleinzelliges Bronchialkarzinom

Fall3: 53jähriger Patient (H.,H. 1021/81/81)

Rö-Thorax: erhebliche Betonung des linken Hilus, keine Mediastinalverbreiterung

Hilustomogramm: dringender Verdacht auf ein zentral sitzendes Bronchialkarzinom

Mediastinoskopie: Kein Tumor, keine Lymphknotenvergrößerungen

Bronchoskopie: zentrales Bronchialkarzinom mit Verschluß des Lingulabronchus

CT: Hilustumor von 5 cm Durchmesser, Infiltration von V.pulmonalis und Perikard

Op: zentrales Bronchialkarzinom mit Perikardinfiltration

Beim Nachweis des hilären Lymphknotenbefalls durch das Karzinom waren laut OSBORNE et al. Computertomographie und Tomogramm ungefähr gleich zuverlässig. Auch VOCK, MÜLLER und BÄHREN et al. kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Patienten, die in das Tumorstadium N2 (tracheobronchiale und/oder mediastinale Lymphknotenmetastasen) eingestuft werden, haben eine 5-Jahres-Überlebensrate von nur 2-4%. Gerade im falsch positiven Nachweis angeblich tumorös, in Wahrheit aber nur reaktiv vergrößerter Lymphknoten

liegt also eine große Gefahr hinsichtlich der Beurteilung der Operabilität, denn eine aufgrund des CT-Befundes falsche Einstufung in ein solches Tumorstadium kann für den betroffenen Patienten schwerwiegende Folgen haben, wenn er damit als inoperabel eingestuft wurde. Aus diesem Grunde gelangt HEITZMANN zu dem Schluß, daß kein Patient von einer Operation abgelehnt werden sollte ohne den mikroskopischen Tumornachweis in den radiologisch vergrößerten Lymphknoten. Auch OSBORNE, CENTER und FRIEDMANN et al. nehmen eine ähnliche Stellung ein und kommen zu der Aussage, daß beim Bronchialkarzinom die Beurteilung des Hilus und des Mediastinums mit allen radiologischen Techniken nicht genau genug ist, ein routinemäßiges Staging zu erlauben. Den Wert der Computertomographie in der Hilfe bei gezielter Biopsie und bei der Bestrahlungsplanung für Patienten mit inoperablem Karzinom stellen sie jedoch nicht in Frage. In VOCKs und HAERTELs Untersuchung waren bei der Fahndung nach Lymphknotenmetastasen computertomographisch in 14 von 87 Fällen falsch positive Befunde (16%) zu verzeichen. Davon wurden operativ achtmal lediglich das Stadium N1 und sechsmal überhaupt keine lymphogene Metastasierung nachgewiesen. Dies scheint eine Tendenz zu falsch positiven Aussagen durch das CT zu bedeuten, es sollte aber auch beachtet werden, daß negative Resultate der Mediastinoskopien mediastinale und hiläre Lymphknotenmetastasen keines-

wegs ausschließen und daß selbst anläßlich der Thorakotomie die Beurteilung des Mediastinums kaum vollständiger sein könnte.

Anhand der eigenen Untersuchungsergebnisse zu einer endgültigen Beurteilung dieser Frage zu kommen, fällt wegen des kleinen Patientenkollektivs schwer. Es scheint sich jedoch zu bestätigen, daß die Computertomographie als Screeningmethode die konventionelle Radiologie und Tomographie bei Patienten mit zentralem Bronchialkarzinom übertrifft.

F SCHLUßFOLGERUNG

Ziel dieser Studie war es, eine Antwort auf die Frage geben zu können, welche Wertigkeit die Computertomographie im Vergleich zur traditionellen Radiologie beim Nachweis und bei der Darstellung von Mediastinal- und Hilustumoren besitzt.
Wie bereits einleitend gesagt, sind viele Mediastinal- und Hilustumoren asymptomatisch und werden dann erst anläßlich einer Routine-Thoraxaufnahme entdeckt. Während Tumoren des Mediastinums, bevor sie zu einer Verbreiterung desselben geführt haben, auf den konventionellen Röntgenaufnahmen nur an einer Verlagerung von Mediastinalorganen wie Trachea und Ösophagus oder an einer Vergrößerung des Bifurkationswinkels erkennbar sind, gelingt mittels der Computertomographie aufgrund des hohen Dichteauflösungsvermögens und durch die Anfertigung der Horizontalschichtbilder eine überlagerungsfreie, dreidimensionale Darstellung der Mediastinal- und Hilusstrukturen. Frühere Studien über den Nutzen der CT betonen nachdrücklich die Fähigkeit der Computertomographie, diskrete Mediastinal- und Hilusprozesse hervorzuheben. (3, 10, 17, 28, 41, 42, 45, 46, 50, 52, 53, 70, 73, 74)
Durch den computertomographisch besseren Nachweis, die bessere Lokalisierung, Charakterisierung und Größenbestimmung ergeben sich wichtige Zusatzinformationen zu den herkömmlichen Thoraxaufnahmen und Tomogrammen.

Die Thoraxaufnahmen in zwei Ebenen liefern nur in seltenen Fällen eine spezifische Diagnose. Eine klare Unterscheidung zwischen zystischen, soliden oder fetthaltigen Raumforderungen ist zumeist nicht möglich. (60, 70) Die Computertomographie hat demgegenüber die Möglichkeit, Densitätsdifferenzen zu unterscheiden. Durch die quantitative Erfassung der Absorptionswerte bestimmter Gewebe ergeben sich differentialdiagnostische Kriterien aus den CT-Befunden, die mit keiner der konventionell radiologischen Methoden erreicht werden. Vor allem gelingt computertomographisch der spezifische Nachweis von mediastinalen Lipomatosen und Perikardzysten und in der Regel auch die Abgrenzung eines invasiv wachsenden, d.h. malignen Tumors von einer nicht invasiv wachsenden, benignen Raumforderung. Die Computertomographie bietet noch eine Reihe weiterer Vorteile. Sie ist die Methode der Wahl sowohl zum Staging der malignen Lymphome als auch zu deren Verlaufskontrolle. Insbesondere beim Thymomnachweis bei Patienten mit Myasthenia gravis erweist sich die CT als sehr zuverlässige Methode im Gegensatz zur konventionellen Radiologie, wo das Röntgenbild häufig unauffällig ist.
Überhaupt ist das Computertomogramm den anderen radiologischen Methoden beim Nachweis mediastinaler Tumoren und bei der Darstellung der normalen mediastinalen Verhältnisse überlegen vor allem, wenn die Thoraxübersichtsaufnahme nicht eindeutig ist.

Das Computertomogramm sollte bei raumfordernden Prozessen des Mediastinums somit unmittelbar im Anschluß an Thoraxübersichtsaufnahme bzw. Tomogramm vorgenommen werden. Als nichtinvasive Methode kann sie auch bei Patienten mit schlechtem Allgemeinzustand eingesetzt werden.

Auf invasive Untersuchungsverfahren wie Katheterangiographie und Probethorakotomie kann häufig verzichtet werden. Die CT tritt in zunehmendem Maße beim Nachweis von intracavitären Herztumoren in Konkurrenz zur Angiokardiographie und Echokardiographie, Untersuchungsverfahren, die sie nicht nur ergänzt, sondern manchmal auch ersetzen kann.

Dabei spielt auch der Kostenfaktor eine Rolle. Das Computertomogramm ist zwar eine finanziell aufwendige Untersuchung, durch die schnellere Diagnosestellung kann jedoch eine kürzere Liegezeit der Patienten erreicht werden, wenn z.B. dank ihrer Hilfe der Zeitpunkt bis zur Operation verkürzt werden kann, was dann wiederum Kosten spart. (75)

Als nichtinvasives Verfahren sollte die CT zeitlich vor der Mediastinoskopie eingesetzt werden. Sie kann wichtige Hinweise für ein zielgerichtetes Vorgehen bei der Mediastinoskopie liefern, indem Angaben zur Lokalisation vergrößerter Lymphknoten gemacht werden. Bei bekannter Histologie der Grunderkrankung ist die CT ohnehin genügend aussagekräftig, um auf eine Mediastinoskopie in diesen Fällen zu verzichten.

Die Beurteilung der Wertigkeit der Computertomographie bei der Stadieneinteilung des Bronchialkarzinoms ist weiterhin problematisch und Gegenstand laufender Diskussion. Die Darstellung des Hilusbefalls gelingt mittels konventioneller Radiologie genauso gut, beim Nachweis der Infiltration des Mediastinums kann auf die Computertomographie heute allerdings kaum noch verzichtet werden. Die Aussagekraft der CT hinsichtlich der Lymphknotenmetastasen ist umstritten, durch verfeinerte Untersuchungstechniken scheint die CT jedoch zu einer zuverlässigen Beurteilung des Tumorstadiums zu gelangen. Unbestritten ist jedoch wegen der maßstabgetreuen und gut reproduzierbaren Abbildungen die Eignung der Computertomographie zur Planung der Strahlentherapie, der Operationen sowie zur gezielten Nadelbiopsie.

G ZUSAMMENFASSUNG

Um die Wertigkeit der Computertomographie mit den konventionellen Thoraxaufnahmen und Tomogrammen beim Nachweis von Mediastinal- und Hilustumoren zu vergleichen, wurden zwischen September 1979 und Dezember 1981 bei 172 Patienten insgesamt 253 mediastinale und hiläre Tumoren computertomographisch untersucht. Mittels CT wurden 249 Tumoren nachgewiesen, während konventionell radiologisch lediglich 176 Tumoren dargestellt werden konnten.

Bei 116 Patienten lieferte die CT wichtige Zusatzinformationen verglichen mit der konventionellen Radiologie, welche sich bei insgesamt 11 Patienten (8 Patienten mit zentralem Bronchialkarzinom, 2 Patienten mit Ösophaguskarzinom, 1 Patient mit M.Hodgkin) bei der Darstellung des Tumors überlegen zeigte.

Insbesondere beim Nachweis von lipoiden und zystischen Raumforderungen und von vergrößerten Lymphknoten erwies sich die CT als Methode der Wahl. Nichtinvasiv können außerdem computertomographisch intracavitäre Raumforderungen des Herzens bestimmt werden. Bei der Darstellung des Hilusbefalls durch das zentrale Bronchialkarzinom sind konventionelle Radiologie und CT gleichwertige Untersuchungsverfahren, während die gleichzeitige Mediastinalinfiltration bzw. -metastasierung und somit die Bestimmung des Ausbreitungsstadiums des Tumors mittels Computertomogramm exakter ist.

H LITERATURANGABEN

1. AKOVBIANTZ, A.
Die Mediastinoskopie, Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie, Bd3
Huber, Bern, Stuttgart, Wien, 1977

2. ALCORN, F.S., MATEGRANO, V.C., PETASNICK, J.P., CLARK, J.W.
Contributions of Computed Tomography in the Staging and Management of Malignant Lymphoma
Radiology 125: 717-723 (1977)

3. BÄHREN, W., SIGMUND, G., LENZ, M.
Wertigkeit der Computertomographie im Vergleich zu Mediastinoskopie und Probethorakotomie bei intrathorakalen Raumforderungen mit mediastinaler Beteiligung
Fortschr. Röntgenstr. 137: 269-274 (1982)

4. BARON, R.L., LEVITT, R.G., SAGEL, S.S., STANLEY, R.J.
Computed Tomography in the Evaluation of Mediastinal Widening
Radiology 138: 107-113 (1981)

5. BARON, R.L., LEE, J.K.T., SAGEL, S.S., LEVITT, R.G.
Computed Tomography of the Abnormal Thymus
Radiology 142: 127-134 (1981)

6. BARON, R.L., LEE, J.K.T., SAGEL, S.S., PETERSON, R.R.
Computed Tomography of the Normal Thymus
Radiology 142: 121-125 (1981)

7. BEIN, M.E., MANCUSO, A.A., MINK, J.H., HANSEN, G.C.
Computed Tomography in the Evaluation of Mediastinal Lipomatosis
J. comput. assist. Tomogr. 2: 379-383 (1978)

8. BUCK, J., HEUCK, F., BOTH,A., SEITZ, K.H.
Informationswert der Röntgencomputertomographie bei Vorhoftumoren des Herzens
Fortschr. Röntgenstr. 138: 36-41 (1983)

9. CENTER, S.
Does computed tomography aid in the staging of lung cancer?
J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 82: 334 (1981)

10. CROWE, J.K., BROWN, L.R., MUHM, J.R.
Computed Tomography of the Mediastinum
Radiology 128: 75-87 (1978)

11. DAFFNER, R.H., HALBER, M.D., POSTLETHWAIT, R.W., KOROBKIN, M., THOMPSON, W.M.
CT of the Esophagus. 2.Carcinoma
AJR 133: 1051-1055 (1979)

12. DIETHELM, L.
Ösophagustumoren, Diagnostik und Strahlentherapie

in Erkrankungen des Mediastinums, Klinisch-radiologisches Seminar, Bd4
Hrsg. Frommhold, W., Gerhard, P.
Thieme, Stuttgart 1975

13. DRINGS, P.
Durchführung und Problematik des Stagings bei Bronchialkarzinom
Onkologie 3: 104-111 (1980)

14. EDER, M., GEDIGK, P.
Lehrbuch der allgemeinen Pathologie und der pathologischen Anatomie
Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1977

15. ELLIS, K., GREGG, H.G.
Thymomas-roentgen considerations
AJR 91: 105-119 (1964)

16. FEDERLE, M.P., CALLEN, P.W.
Cystic Hodgkins Lymphoma of the Thymus
Computed Tomography Appearance
J. comput. assist. Tomogr. 3: 542-544 (1979)

17. FON, G.T., BEIN, M.E., MANCUSO, A.A., KEESEY, J.C., LUPETIN, A.R., WONG, W.S.
Computed Tomography of the Anterior Mediastinum in Myasthenia Gravis
Radiology 142: 135-141 (1982)

18. FRIEDMAN, A.C., PYATT, R.S., HARTMAN, D.S., DOWNEY, E.D., OLSON, W.B.
CT of Benign Cystic Teratomas
AJR 138: 659-665 (1982)

19. FRIEDMANN, P.J.
Computed Tomography in Lung Cancer
The American Journal of Surgery 143: 685-690 (1982)

20. FROMMHOLD, W., GERHARDT, P.
Erkrankungen des Mediastinums, Klinisch-radiologisches Seminar, Bd4
Thieme, Stuttgart 1981

21. FROMMHOLD, W., GERHARDT, P.
Erkrankungen des Lymphsystems, Klinisch-radiologisches Seminar Bd11
Thieme, Stuttgart 1981

22. GILLMANN, H., JUNGBLUT, R.M.
Erworbene und angeborene Perikardzysten
In: Handbuch der Medizinischen Radiologie, Röntgendiagnostik des Herzens und der Gefäße
Bd. X / 2a
Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1977

23. GODWIN, J.D., SPECKMAN, J.M., FRAM, E.K., JOHNSON, G.A., PUTMAN, C.E., KOROBKIN, M., BREIMAN, R.S.
Distinguishing Benign from Malignant Pulmonary Nodules by Computed Tomography
Radiology 144: 349-351 (1982)

24. GOLDWIN, R.L., HEITZMAN, E.R., PROTO, A.V.
Computed Tomography of the Mediastinum, Normal Anatomy and Indications for the Use of CT
Radiology 124: 235-241 (1977)

25. GROSSER, G., WIMMER, B., BROBMANN, G., RUF, G.
Staging des Ösophaguskarzinoms mit konventioneller Radiologie, Azygophlebographie und Computertomographie
Radiologe 22: 457-460 (1982)

26. HAERTEL, W., RADOMSKY, J.
Die chirurgische Behandlung des Bronchialkarzinoms
Ärztebl. Bad.-Württ. 35: 685-693 (1980)

27. HAERTEL, M., PROBST, P., ZAUNBAUER, W., SCHÖPF, R.
Zur Computertomographie des Mediastinums
Röntgenpraxis 34: 27-32 (1981)

28. HEITZMAN, E.R.
Computed Tomography of the Thorax:
Current Perspectives
AJR 136: 2-12 (1981)

29. HEUSER, L., LACKNER, K., FELIX, R., MÖDDER, U., FRIEDMANN, G.
Erweiterung der thorakalen Diagnostik durch die Computertomographie
Röntgen-Bl 31: 135-144 (1978)

30. HÜBENER, K-H.
Computertomographie des Körperstammes
Thieme, Stuttgart 1981

31. HÜBENER, K-H., WALTER, E.
Computertomographische Lymphknotendiagnostik
In: Erkrankungen des Lymphsystems, Klinisch-radiologisches Seminar Bd11
Hrsg. FROMMHOLD, W., GERHARDT, P.
Thieme, Stuttgart 1981

32. HUHN, D., WILMANS, W.
M. Hodgkin. Ergebnisse der Diagnostik und Therapie
Klinische Wochenzeitschrift 57: 371-381 (1979)

33. JUNGBLUT, R.M., PASCHKE, K.G.
Röntgendiagnostik teratoider Zysten des Mediastinums
Röntgen-Bl. 21: 1-9 (1968)

34. KORMANO, M.J., DEAN, P.B., HAMLIN, D.J.
Upper Extremity Contrast Medium Infusion in Computed Tomography of Upper Mediastinal Masses
J. comput. assist. Tomogr. 4: 617-620 (1980)

35. KÖHLER, E., BÖCKER, K., LEUNER, Ch., JUNGBLUT, R.M., SCHOPPE, W., NESSLER, L., MINAMI, K., LOOGEN, F.
Die diagnostische Wertigkeit von M-Mode-, zweidimensionaler Echokardiographie und Computertomographie im Vergleich zur Herzkatheterunter-

suchung bei der Erkennung kardialer Tumoren
Z. Kardiol. 70: 571-582 (1981)

36. KRAUS, R., KLEMENCIC, J.
Röntgendiagnostik der Mediastinalerkrankungen
In: Erkrankungen des Mediastinums, Klinisch-radiologisches Seminar, Bd4
Hrsg. Frommhold, W., Gerhardt, P.
Thieme, Stuttgart 1975

37. KUBIK, St., SZARVAS, B.
Topographische Anatomie des Mediastinums mit besonderer Berücksichtigung der Querschnittsdiagnostik
Radiologe 21: 310-323 (1981)

38. KUCKEIN, D.
Beitrag der Computertomographie zur Diagnose eines Vorhoftumors
Röntgen-Bl. 34: 29-30 (1981)

39. LACKNER, K., BÜCHELER, E., BUURMANN, R., FELIX, R., HEUSER, L., MÖDDER.U., OESER, H., WEGENER, O.H.
Diagnostische Möglichkeiten der Computertomographie im Thoraxbereich
Röntgenpraxis 31: 229-232 (1978)

40. LACKNER, K., HEUSER. L., FRIEDMANN, G., THURN,P.
Computerkardiotomographie bei Tumoren des linken Vorhofes
Fortschr. Röntgenstr. 129: 735-739 (1978)

41. LACKNER, K., FELIX, R., OESER, H., WEGENER, O.H., BÜCHELER, E., BUURMANN, R., HEUSER, L., MÖDDER, U., THURN, P.
Erweiterung der Röntgendiagnostik im Thoraxbereich durch die Computertomographie
Radiologe 19: 79-89 (1979)

42. LACKNER, K., BRECHT, G., JANSON, R., SVHERHOLZ,K. LÜTZELER, A., THURN, P.
Wertigkeit der Computertomographie bei der Stadieneinteilung primärer Lymphknotenneoplasien
Fortschr. Röntgenstr. 132: 21-30 (1980)

43. LACKNER, K., WEIAND, G., KÖSTER, O.
Erweiterung der Röntgendiagnostik raumfordernder Prozesse der Thoraxwand durch die Computertomographie
Fortschr. Röntgenstr. 134: 607-613 (1981)

44. LACKNER, K., WEIAND., KÖSTER, O., ENGEL, K.,
Computertomographie bei Tumoren des Ösophagus und Magens
Fortschr. Röntgenstr. 134: 364-370 (1981)

45. LACKNER, K.
Thorax
In: Ganzkörper-Computertomographie
Hrsg. Friedmann, G., Bücheler, E., Thurn, P.
Thieme, Stuttgart 1981

46. McLOUD, T.C., WITTENBERG, J., FERRUCCI, J.T.
Computed Tomography of the Thorax and Standard

Radiographic Evaluation of the Chest:
a Comparativ Study
J. comput. assist. Tomogr. 3: 170-180 (1979)

47. MINK, J.H., BEIN, M.E., SUKOV, R., HERRMANN,Ch., WINTER, J., SAMPLE, W.F., MULDER, D.
Computed Tomography of the Anterior Mediastinum in Patients with Myasthenia Gravis and Suspected Thymoma
AJR 130: 239-246 (1978)

48. MOAK, G.D., COCKERHILL, E.M., FARBER, M.O., YAW, P.B., MANFREDI, F.
Computed Tomography vs Standard Radiology in the Evaluation of Mediastinal Adenopathy
Chest 1: 69-75 (1982)

49. MOERTEL, C.G.
Carcinoma of the esophagus: is there a role for surgery? The case against surgery
Am J. Dig. Dis. 23: 735-736 (1978)

50. MOORE, A.V., KOROBKIN, M., POWERS, B., OLANOW,W., RAVIN, C.E., PUTMAN, C.E., BREIMAN, R.S., RAM,P.C.
Thymoma Detection by Mediastinal CT:
Patients with Myasthenia Gravis
AJR 138: 217-222 (1982)

51. MOUNTAIN, C.F., CARR, D.T., ANDERSON, W.A.D.
Clinical staging of lung cancer
AJR 120: 130-138 (1974)

52. MÜLLER, H.A., v.KAICK, G., SCHAAF, J., LÜLLIG,H., VOGT-MOYKOPF, I., DELPHENDAHL, A.
Präoperatives Staging des Bronchialkarzinoms: Wertigkeit der Computertomographie im Vergleich zur konventionellen Radiologie
Fortschr. Röntgenstr. 134: 601-607 (1981)

53. MÜLLER, R-P., PETERS, P.E.
Computertomographische Diagnostik infradiaphragmaler Lymphknotenerkrankungen
Röntgenpraxis 35: 419-425 (1982)

54. MUMMENTHALER, M.
Neurologie. Ein Lehrbuch für Ärzte und Studenten
Thieme, Stuttgart 1982

55. OLIVA, L.
Erkrankungen des Mediastinums
In: Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Bd4, Teil2
Hrsg. Schinz u.a.
Thieme, Stuttgart 1973

56. OPPERMANN, H.C., WILLICH, E.
Zur Röntgendiagnostik und Differentialdiagnose der Mediastinaltumoren im Kindesalter
Radiologe 18: 218-227 (1978)

57. OSBORNE, D.R., KOROBKIN, M., RAVIN, C.E., PUTMAN, C.E., WOLFE, W.G., SEALY, W.C., YOUNG, W.G., BREIMAN, R., HEASTON, D., RAM, P., HALBER,M.
Comparsion of Plain Radiography, Conventional Tomography and Computed Tomography in Detecting

Intrathoracic Lymph Node Metastases from Lung Carcinoma
Radiology 142: 157-161 (1982)

58. POECK, K.
Neurologie. Ein Lehrbuch für Studierende und Ärzte 5.Aufl.
Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1978

59. PUGATCH, R.D., BRAVER, J.H., ROBBINS, A.H., FALING, L.J.
CT Diagnosis of Pericardial Cysts
AJR 131: 515-516 (1978)

60. PUGATCH, R.D., FALING, L.J., ROBBINS, A.H., SPIRA, R.
CT Diagnosis of Benign Mediastinal Abnormalities
AJR 134: 685-694 (1980)

61. REED, J.C., HALLET, K.K., FEIGIN, D.S.
Neural Tumors of the Thorax: Subjekt Review from the AFIP
Radiology 126: 9-17 (1978)

62. REIFFERSCHEID, M., WELLERS, S.
Chirurgie. Ein kurzgefaßtes Lehrbuch 5.Aufl.
Thieme, Stuttgart 1981

63. RIGGS, W., BENTON, C., WOOD, B.
Cervical neurogenic tumors presenting as thoracic apical masses in infants and children
Pediat. Radiol. 5: 201-203 (1977)

64. ROBBINS, A.H., PUGATCH, R.D., GERZOF, St.G., FALING, L.J., JOHNSON, W.C., SEWELL, D.H.
Observations on the Medical Effiacy of Computed Tomography of the Chest and Abdomen
AJR 131: 15-19 (1978)

65. ROTTER, W.
Lehrbuch der Pathologie Bd 1-4
Schattauer 1978

66. SABISTON, D.C.
Diseases of pleura, mediastinum and diaphragm
In: Harrisons Principles of Internal Medicine
Hrsg. M.M. Wintrobe u. Mitarbeiter
6.Aufl. McGraw-Hill BOOK, New York 1970

67. SCHETTLER, G.
Innere Medizin. Ein kurzgefaßtes Lehrbuch
Bd 1 und 2 5.Aufl.
Thieme, Stuttgart 1980

68. SCHNYDER, P.A., GAMSU, G., CANDARDJIS, G.
CT of the lymph nodes of the middle mediastinum
Intern. Symposium, Seefeld 1982
Schnetztor, Konstanz 1982

69. SCHWEITZER, D.L., AGUAM, A.S.
Primary Liposarkoma of the Mediastinum
J. Thorac. cardiovasc. Surg. 74: 83-97 (1977)

70. SIEGEL, M.J., SAGEL, S.S., REED, K.
The Value of Computed Tomography in the Diag-

nosis and Management of Pediatric Mediastinal Abnormalities
Radiology 142: 149-155 (1982)

71. SINNER,W.N.
Zur computertomographischen Differentialdiagnostik von gut- und bösartigen lipoiden Raumforderungen des Mediastinums und deren Ausbreitung
Fortschr. Röntgenstr. 132: 613-621 (1980)

72. SOMMER, B., DOPPMANN, J.L., STELTER, W., MAYR,B., RIENMÜLLER, R., LISSNER, J.
Der diagnostische Stellenwert der Computertomographie bei mediastinalen Erkrankungen in Abhängigkeit von deren Lokalisation
Computertomographie 1: 2-9 (1981)

73. SONES, P.J., TORRES, W.E., COLVIN, R.S., MEIER, W.S., SPRAWLS, P., ROGERS, J.V.
Effectiveness of CT in Evaluating Intrathoracic Masses
AJR 139: 469-475 (1982)

74. STARK, P.
Die normale Anatomie der Lungenhili im Computertomogramm
Fortschr. Röntgenstr. 137: 77-80 (1982)

75. THOMAS, J.L., BARNES, P.A., BERNARDINO, M.E., HAGEMEISTER, F.B.
Limited CT Studies in Monitoring Treatment

of Lymphoma
AJR 138: 537-539 (1982)

76. VOCK, P., FUCHS, W.A.
Neue Aspekte in der Röntgendiagnostik der malignen Lymphome
Therap. Umschau 38: 869-874 (1981)

77. VOCK, P., HAERTEL, M.
Die Computertomographie zur Stadieneinteilung des Bronchialkarzinoms
Fortschr. Röntgenstr. 134: 131-135 (1981)

78. VOCK, P., TILLMANN, U., FUCHS, W.A.
Computertomographie des Mediastinums
Radiologe 21: 330-336 (1981)

79. VOCK, P., HAERTEL, M., FUCHS, W.A.
Die thorakale Computertomographie beim Lymphoma malignum Hodgkin
Computertomographie 1: 68-73 (1981)

80. WALTER, E., HÜBENER, K-H-
Computertomographische Charakteristika raumfordernder Prozesse im vorderen Mediastinum und ihre Differentialdiagnose
Fortschr. Röntgenstr. 133: 391-400 (1980)

81. WEGENER, O.H.
Ganzkörper-Computertomographie
Karger, Basel, München, Paris, London, New York, Sydney 1981

82. WILMS, K.
Klinik der Mediastinaltumoren
In: Erkrankungen des Mediastinums, Klinisch-radiologisches Seminar, Bd4
Hrsg. Frommhold, W., Gerhardt, P.
Thieme, Stuttgart 1975

83. WOLF, K-J.
Röntgensymptomatik von Lymphknotentumoren
In: Erkrankungen des Lymphsyystems, Klinisch-radiologisches Seminar, Bd11
Hrsg. Frommhold, W., Gerhardt, P.
Thieme, Stuttgart 1981

84. ZERHOUNI, E.A., SCOTT, W.W., BAKER, R.R., WHARAM, M.D., SIEGELMAN, S.S.
Invasive Thymomas: Diagnosis and Evaluation by Computed Tomography
J. comput. assist. Tomogr. 6: 92-100 (1982)

Lebenslauf

Am 18.12.1954 wurde ich als zweiter Sohn des Studienrates Wilhelm Becker und seiner Ehefrau Ingeborg Becker, geb. Schäfer in Düsseldorf geboren.

Von 1961 bis 1965 besuchte ich die Gemeinschaftsschule an der Jahnstraße und von 1965 bis 1973 das Staatliche Görresgymnasium , wo ich die Reifeprüfung ablegte.

Nach dem Abitur leistete ich bis zum 31.3.1975 meinen Wehrdienst im Sanitätsdienst der Bundeswehr ab.

Vom 1.4.1975 bis zum 15.10.1978 arbeitete ich im St. Josef-Krankenhaus, Haan als Hilfspfleger.

Im Wintersemester 1978/79 begann ich das Medizinstudium an der Universität Düsseldorf. Das Praktische Jahr mit dem Wahlfach Radiologie absolvierte ich im Klinikum Barmen in Wuppertal, bevor ich im November 1984 das dritte Staatsexamen bestand.

Seit Dezember 1984 arbeite ich im St. Josef-Krankenhaus in Haan als Assistenzarzt in der Inneren Abteilung.

Herrn Professor Dr. Jungblut danke ich sehr für die freundliche Überlassung des Themas und für die Beratung im Verlauf meiner Arbeit.